

Mon
621.3192
S693
2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN (FEC)



MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO

“AUDITORÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO JUVENIL DON BOSCO”

ELABORADO POR:

- Br. Luis Alejandro Somarriba Rivas.
- Br. Héctor Antonio Téllez Ortiz.

Tutor: **MSC. Carlos Rosales Robles.**

Managua, Nicaragua, Marzo 2013

Nunca consideres el estudio como un deber, sino una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

A. Einstein

DEDICATORIA

A nuestro padre celestial por darnos el don de la vida y permitirnos finalizar este trabajo monográfico.

A nuestros Padres por ser nuestro ejemplo de superación, quienes a lo largo de nuestra vida nos han guiado y apoyado con su cariño y compromiso hacia nosotros.

A nuestro tutor, Msc. Carlos Rosales Robles por su apoyo incondicional, en el desarrollo de este trabajo monográfico.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos eternamente a Dios por que nos regaló la vida, voluntad y fortaleza para culminar nuestros estudios.

A nuestros padres por su apoyo incondicional a lo largo de nuestra vida.

De igual manera le agradecemos a nuestro Tutor Msc. Carlos Rosales Robles por ser nuestro guía y amigo en el desarrollo de este trabajo monográfico y ser una persona interesada en aportarnos sus conocimientos para el desarrollo investigativo de este trabajo.

A las autoridades del Centro Juvenil Don Bosco por permitirnos realizar este trabajo monográfico en sus instalaciones.

Al Ministerio de Energía y Minas en especial al área de Eficiencia Energética por habernos facilitado uno de los instrumentos de medición eléctrica utilizado.

A todos nuestros compañeros y amigos por su apoyo incondicional y que estuvieron con nosotros en el arduo pero provechoso estudio de la carrera de Ingeniería Eléctrica, en especial al Ing. Rafael Pérez, por su valiosa ayuda.

Resumen del Tema

El presente documento muestra los resultados obtenidos de la auditoría eléctrica, efectuada en el Centro Juvenil Don Bosco (CJDB), el cual se encuentra ubicado en Managua y dispone de diversas áreas como lo son: pastelería, estilismo, imprenta, amplios talleres en las áreas de fresado, torno, electricidad y mecánica automotriz.

El desarrollo de la auditoria eléctrica, se estructuro en cuatro capítulos: el primer capítulo muestra una breve introducción del sector de Nicaragua, pliego tarifario vigente con la tarifa correspondiente acorde a su nivel potencia eléctrica instalada (kW) y características técnicas de los equipos de medición eléctrica utilizados, lo que, permitió conocer el panorama general del contexto en el que se aplica la auditoria.

El segundo capítulo presenta las actividades propias de la fase de Pre – Diagnóstico comprende reconocimiento preliminar de las instalaciones físicas del edificio, realizando un estudio previo de su geometría, distribución espacial; se corrobora y corrigió la información contenida en los planos eléctricos (diagramas de paneles, diagrama unifilar), tensiones por fase, numero de circuito de media tensión en donde se encuentra conectado, recopilación de información histórica de facturación, características del servicio contratado con la empresa distribuidora del servicio eléctrico entre otras, con la finalidad de implementar medidas de ahorro energético contribuyendo en el incremento de vida útil de las instalaciones eléctricas, disminución de costos de mantenimiento, sustitución de equipos instalados y del sistema eléctrico.

La Fase de diagnóstico se describe en el tercer capítulo, donde se presenta el estado actual de las instalaciones eléctricas y equipos. Con el objetivo de diagnosticar la problemática existente en el sistema eléctrico, a través de la medición de parámetros eléctricos en las acometidas o alimentadores y el levantamiento de información técnica existente.

El cuarto capítulo declara las propuestas de mejora sobre la base de las causas que originan consumos innecesarios de energía eléctrica, desde el punto de vista técnico y económico. Además se brindan recomendaciones para mejorar la eficiencia energética del sistema actual y se plantea la conformación de un comité de eficiencia energética el cual garantice la implementación de las medidas propuestas.

Se presentan conclusiones y recomendaciones en base al análisis e interpretación de los resultados obtenidos, considerando el contexto del centro en cuanto a su disposición económica, planteando en tal sentido dos alternativas de mejora.

INDICE

Introducción.....	1
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Capítulo 1.....	8
Generalidades	8
1.1 Sector Eléctrico en Nicaragua.....	9
1.2 Tarifas Eléctricas	9
2.7 Instrumentos de Medición.....	13
Capítulo 2.....	17
Fase de Pre – Diagnóstico.....	17
2.1 Fase de Pre – Diagnóstico.....	18
2.2 Información General.....	18
2.3 Análisis de la Información.....	19
2.3.1 Memoria descriptiva de la producción	20
2.4 Características generales del Sistema Eléctrico.....	22
2.5 Censo de Carga Instalada.....	23
2.6 Facturación Eléctrica.....	24
2.7 Resultados obtenidos:	25
Capítulo 3.....	27
Fase de Diagnóstico.....	27
3.1 Fase de Diagnóstico.....	28
3.2 Sistematización de la información.....	28
3.3 Pliego tarifario.....	28
3.4 Consumo de energía mensual.....	30
3.5 Factor de Potencia	32
3.6 Instrumentos de Medición	33
3.6.1. Analizador de Redes:	34
3.6.2. Multímetro PCE-DM 22.....	34
3.6.3. Mini pinza Amperimétrica PCE-DC1.....	35
3.6.4 Medidor de luz PCE-MLM 1.....	35
3.7 Estudio de la carga eléctrica instalada	35
3.7.1. Mediciones realizadas.....	37

3.8	Sistema de iluminación	41
3.8.1	Carga de Iluminación instalada por área.....	41
3.8.2.	Mediciones del nivel de iluminación.	43
3.9	Sistema de Climatización	45
3.9.1	Consumo de Energía Eléctrica del sistema de Aire acondicionado.....	46
3.10	Resultados Obtenidos.....	47
Capítulo 4.....		49
Elaboración de Propuestas.....		49
4.1	Elaboración de propuestas	50
4.2	Planteamiento de alternativas o propuestas de mejora.....	50
4.3	Análisis económico.	51
4.3.1	Iluminación.....	52
4.3.2	Climatización.	54
Conclusiones		57
Recomendaciones		57
Bibliografía		58
ANEXO		59
Figura 1.....		60
Figura 2.....		61
Figura 3.....		62
Figura 4.....		63
Figura 6.....		65
Figura 7.....		65
Figura 8.....		66
Figura 10.....		68
Figura 11		69
Figura 12.....		70
Figura 13.....		71
Figura 14.....		72
Figura 15.....		73
Figura 16.....		74
Figura 17		75
Figura 18.....		76

Figura 19.....	77
Figura 20.....	78
Figura 21.....	79
Figura 22.....	80
Figura 23.....	81
Figura 24.....	82
Figura 25.....	83
Figura 26.....	84
Figura 27.....	85
Figura 28.....	86
Figura 29.....	87
Figura 30.....	88
Figura 31.....	89
Figura 32.....	90
Figura 34.....	92
Figura 35.....	93
Figura 36.....	94
Figura 37.....	95
Figura 38.....	96
Figura 39.....	96
Figura 40.....	97
Figura 41.....	97
Figura 42.....	98
Figura 43.....	99
Figura 44.....	100
Figura 45.....	101
Figura 46.....	102
Figura 47.....	102
Figura 48.....	103
Figura 49.....	103
Figura 50.....	104
Figura 51.....	104
Figura 52.....	105

Introducción

La realización de auditorías eléctricas constituye una práctica habitual en las empresas o instituciones comprometidas con la seguridad de su personal y confiabilidad del sistema eléctrico, con el fin de identificar y analizar los diversos aspectos de la situación existente y bondad de sus programas de seguridad eléctrica y si es preciso, dar fe de ello. Estas auditorías pueden realizarse para evaluar el avance de un programa o bien pueden realizarse al inicio del programa de seguridad eléctrica, para conocer en detalle la situación en que se encuentra la empresa. Esta información resultará muy valiosa y podrá ser utilizada luego como herramienta de medición para evaluar el mejoramiento continuo de esta.

Actualmente los altos costos de la energía eléctrica han provocado que los costos de producción de la empresas se eleven considerablemente, como sucede con el CJDB, un centro de enseñanza quien cuenta con diferentes áreas como: panadería, electricidad residencial e industria, tomo, fresa, mecánica automotriz, soldadura, carpintería entre otras, además de áreas de actividad mercantil como lo es bordado, encuadernación e imprenta en donde se realizan trabajos a terceros generando ingresos al centro, siendo la factura eléctrica anual para el año 2011 de C\$ 889,970.00, viéndose la necesidad de desarrollar una auditoria eléctrica, en donde se puedan identificar problemas latentes y subsanables para el establecimiento de medidas adecuadas para la mejora de la situación actual.

Para el desarrollo de esta auditoría eléctrica se aplicó una metodología investigativa - explicativa, para esto se realizó recopilación de información técnica del CJDB, por medio de entrevistas, levantamientos de datos, inspecciones visuales y mediciones de parámetros eléctricos determinándose una serie de información que fue evaluada técnica y económicamente, identificando medidas potenciales de ahorro de energía eléctrica.

Como hallazgos con mayor relevancia se obtuvieron situaciones como la falta de periodicidad de mantenimiento preventivo en los equipos eléctricos, instalados así como del sistema eléctrico, en donde en muchos de los casos no se tomó en cuentas el código de instalaciones eléctricas; se encontró igualmente falta de conciencia por parte de muchas personas que hacen uso de las instalaciones del CJDB quienes no utilizan las maquinas eléctricas, sistema de iluminación, sistema de refrigeración y unidades de aire acondicionado manteniéndolos encendidos sin necesidad, generando un consumo innecesario de energía eléctrica.

En base a los hallazgos encontrados se determinaron una serie de medidas las cuales al ser aplicadas reducirán los costos por consumo de energía eléctrica; se recomienda el establecimiento de mantenimientos preventivos garantizando el aumento de la vida útil de los

equipos eléctricos e instalación eléctrica en general, al mismo tiempo del establecimiento de un comité de gestión y eficiencia energética quienes puedan fungir como supervisores y a la vez encargarse de realizar planes y campañas de uso racional de la energía proliferando el uso eficiente de la energía eléctrica en trabajadores y estudiantes del CJDB.

Objetivo General

- Realizar Auditoria Eléctrica en el Centro Juvenil Don Bosco con la finalidad de determinar medidas potenciales de ahorro de energía eléctrica, a través del análisis información técnica existente y medición de parámetros eléctricos.

Objetivos Específicos

- Realizar pre - diagnóstico del sistema eléctrico para conocer los problemas actuales por medio de la recopilación de información general y de funcionamiento del Centro Juvenil Don Bosco.
- Realizar diagnóstico del sistema eléctrico actual para realizar análisis del estado físico de la instalación eléctrica de cada una de las áreas productivas del Centro Juvenil Don Bosco considerando la información obtenida en la fase de pre-diagnóstico y la medición de parámetros eléctricos.
- Determinar propuestas de mejora del sistema eléctrico del Centro Juvenil Don Bosco en base a los resultados obtenidos en la fase de pre - diagnóstico y diagnóstico.
- Describir los beneficios técnico-económicos obtenidos de la realización de la auditoría eléctrica, determinando la reducción de costos de operación y el periodo de recuperación de inversión de los mismos.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente el uso eficiente de la energía Eléctrica en el sector industrial del país es de gran importancia, esto por el elevado costo de la energía eléctrica representando un porcentaje significativo en los costos de producción de cualquier empresa, ya sea productiva o de servicio. Esto supone incrementar la vida útil de las instalaciones, disminuyendo los costos de mantenimiento y sustitución de equipos.

Usar eficientemente la energía eléctrica significa realizar las mismas actividades aprovechando al máximo la energía eléctrica, siendo necesario la adopción de medidas continuas de mejora u uso eficiente de las instalaciones eléctricas por parte de las empresas o instituciones las que se pueden obtener al efectuar una auditoría eléctrica constituyendo una práctica habitual en las empresas o instituciones comprometidas con la seguridad de su personal y su confiabilidad eléctrica, con el fin de identificar, analizar los diversos aspectos de la situación, bondad de sus programas de seguridad eléctrica y si es preciso, dar fe de ello.

El Centro Juvenil Don Bosco es un Centro de Formación Profesional Laboral, vinculado a la formación técnica en empresas, contribuyendo en aquellos jóvenes que poseen pocas oportunidades para su desarrollo económico y educativo, puedan insertarse laboralmente a través de la adquisición de conocimientos proporcionados en este centro por medio de cursos como lo es torno, fresa, mecánica automotriz, soldadura, panadería entre otras.

Este centro posee una potencia instalada de 531.94 kW, para el año 2011 se demandó un consumo de energía anual de 132,400 kWh; siendo mayor carga eléctrica existente máquinas eléctricas de gran consumo (motores, fresadoras, tornos, imprentas, hornos), unidades de aire acondicionado y una gran cantidad de bulbo para iluminación consumiendo una cantidad de energía eléctrica mayor a lo necesario, debido a la falta de planes de mantenimiento preventivos y correctivos del sistema eléctrico y carga eléctrica conectada, además de una carencia de cultura enfocada en el ahorro de la energía.

Lo antes planteado nos muestra la importancia de determinar una estrategia que permita al CJDB afrontar las exigencias del uso adecuado de la energía eléctrica, basadas en la máxima disponibilidad de los recursos, operando bajo criterios de rentabilidad económica.

Uno de los impactos generados al realizar una auditoría eléctrica y adoptar las medidas propuestas en esta es el de lograr reducción de costos, aprovechamiento de bienes e inversión capital en otras áreas que lo ameriten, con acciones como sustitución de electrodomésticos,

iluminación más eficiente, corrección de fugas en aire acondicionado, análisis de eficiencia de equipos instalados, uso de fuerza motriz mediante la sustitución de motores clásicos por motores de alta eficiencia, el cambio de arrancadores estrella triángulo (hoy completamente obsoletos) por arrancadores suaves, cambios radicales de equipos de tecnología obsoleta entre otros; mejorando así en el confort, seguridad y ahorro de energía que está siendo utilizada innecesariamente.

MARCO TEÓRICO

La energía eléctrica permite a las empresas alcanzar mayor productividad y mejor calidad en su producción. Por lo que, el manejo del contrato de suministro de energía eléctrica, el consumo en sus procesos productivos y las posibles mejoras para disminuir el costo de la energía eléctrica, fue el origen del desarrollo de las auditorías eléctricas, mediante la cual se recolectan datos sobre el suministro y consumo de todas las formas de energía con el propósito de evaluar las posibilidades de ahorro y la cuantificación de las mismas con la finalidad de brindar un aprovechamiento de recursos económicos y ser utilizados estos en otras áreas o actividades de producción.

Para la tecnología y la economía, una fuente de energía es un recurso natural. Las dos se encuentran asociadas debido a que la tecnología la explota, dándole un uso industrial y la economía ve los costos económicos de ese recurso para satisfacer las necesidades de la producción de bienes y servicios; la aplicación de una auditoría eléctrica aumenta la eficiencia eléctrica de los sistemas y es necesario en las empresas de hoy en día.

Existen obstáculos que dificultan la aplicación o implementación de mecanismos dirigidos al uso eficiente de la energía eléctrica como lo son: Obstáculos técnicos: desconocimiento de las tecnologías de punta, reducida capacidad de especificar los equipos requeridos y de evaluar los beneficios en el consumo de energía eléctrica, Obstáculos institucionales: regulatorios y empresariales y obstáculos económicos: selección de equipos en función del costo inicial, insuficiencia de recursos de inversión, siendo necesario que todo el personal y estudiantes del CJDB posean conocimientos acerca del uso eficiente de la energía eléctrica.

La eficiencia energética es la reducción del consumo de energía eléctrica utilizada, pero conservando la calidad, acceso a los bienes y servicios; no debe ser confundida con el ahorro de energía eléctrica, el ahorro de energía eléctrica significa consumir menos energía eléctrica, eliminando la realización de ciertas actividades o disminuir su frecuencia y está asociado a momentos de racionamientos de energía eléctrica, lo cual puede identificarse partiendo de la realización de un censo de carga eléctrica instalada, en donde se realiza un inventario y se especifica las características técnicas de los equipos eléctricos como la potencia eléctrica y tiempo de uso con lo cual podemos calcular el consumo de energía eléctrica en el tiempo (kWh), parámetro eléctrico utilizado como unidad de medida para la facturación eléctrica por parte de la empresa distribuidora.

En el caso del CJDB el tipo de tarifa es una tarifa T4D Binomial de medición horaria asignada a clientes de categoría industrial basada en la potencia eléctrica (kW) contratada en rangos de 25 kW hasta 200 kW, en este tipo de tarifa es tomado en cuenta la medición del factor de potencia, parámetro eléctrico de gran importancia cuando se tienen maquinas eléctricas estáticas (Transformadores) o rotativas (motores) quienes consumen energía eléctrica reactiva; el factor de potencia mínimo permitido es de 0.85 es decir por cada unidad de potencia eléctrica demandada solo está siendo utilizado el 85% para realizar el trabajo y el otro 15% es utilizado por la maquinas

eléctricas para su excitación demandando un mayor esfuerzo en los generadores eléctricos para la producción de energía reactiva además de la utilización de conductores eléctricos con mayor dimensión por el aumento de la corriente eléctrica que circula por estos.

Siendo necesario la identificación de problemas o situaciones para la reducción de los costos de operación y mantenimiento del sistemas, garantizando una mayor confiabilidad, mejorando la calidad la cual está determinada por el suministro de energía con parámetros acorde a los requeridos por los equipos eléctricos como lo es el nivel de tensión (120 V – 240 V) y debe de mantenerse en $\pm 5\%$ asegurando el correcto funcionamiento y evitando el deterioro de los mismos.

Todo proceso de investigación requiere de una metodología, la cual nos indica los pasos, métodos e instrumentos a aplicar para obtener los resultados deseados o responder a las preguntas planteadas. Existen varios tipos de metodología en correspondencia con el tipo de investigación a realizar. En nuestro caso se empleó la metodología investigativa –explicativa, la cual permite encontrar la relación entre el consumo, costo de la energía eléctrica y la implementación de estrategias para reducir los montos facturados por el servicio de energía eléctrica mensual. Por medio esta metodología se logra identificar el potencial de ahorro de energía en las instalaciones y equipamiento energético, analizar las condiciones reales de funcionamiento de los principales equipos y evaluar medidas de mejora viables técnica y económicamente.

Capítulo 1

Generalidades

1.1 Sector Eléctrico en Nicaragua

El desarrollo económico y social de los países está estrechamente ligado al consumo de energía. Se puede intuir fácilmente que en países en vías de desarrollo, donde la mecanización y automatización de procesos industriales, crecimiento de áreas urbanas vinculadas a necesidades de transporte, mayores niveles de confort en los hogares con el uso de cada vez más numerosos y variados electrodomésticos; son factores que sin duda impulsan el crecimiento del consumo energético.

Nicaragua es el país de América Central que posee la generación de electricidad más baja, así como el porcentaje más bajo de población con acceso a la electricidad¹. El proceso de desagregación y privatización de la década de los 90 no alcanzó los objetivos esperados, lo que resultó en muy poca capacidad de generación agregada al sistema. Esto, junto a su gran dependencia del petróleo para la generación de electricidad (la más alta de la región), provocó una crisis energética en 2006 de la cual el país todavía no se ha recuperado por completo.

1.2 Tarifas Eléctricas

Existen diferentes tipos de clasificaciones para cada consumidor o demandante de energía eléctrica, quienes son los que a diario son los que consumen la energía generada en las diferentes plantas de generación eléctrica del país, en donde el sector residencial es el mayor consumidor de energía eléctrica del país, seguido por el sector comercial; en Nicaragua la generación de energía eléctrica en su mayoría es a base de Fuel Oil, pero a su vez se tienen plantas Hidroeléctricas, Geotérmicas, Eólicas interconectadas al Sistema de Interconexión Nacional (SIN) y para los sistemas aislados tenemos plantas térmicas e hidroeléctricas mayoritariamente, quienes satisfacen las demandas de energía para los diferentes sectores de consumidores.

En las estadísticas de energía eléctrica proporcionadas por el INE, en la sección de ventas de energía por bloques de consumo se muestra que el sector residencial es el mayor demandante de energía eléctrica² con 870.57 GWh para el año 2011, lo cual corresponde a un 35% de la demanda total, el cual es seguido por el sector comercial con 646.05 GWh, correspondiente a un 26% de la demanda total (Ver Tabla 1).

¹ Ver Anexo - Figura 1 Índice de cobertura actual de Nicaragua equivalente al 65%. Fuente Ministerio de Energía y Minas.

² Ver Anexo – Figura 2. Consumo de energía eléctrica por sector. Fuente: Dirección de Estudios Económicos y Estadísticas - INE

Sector de Consumo	GWh	Precio Promedio (C\$/ kWh)	Clientes
Residencial	870.57	5.0019	775,806
Comercial	646.05	6.6016	48,495
Industrial	626.49	5.1099	7,065
Irrigación	74.10	3.9256	1,032
Bombeo	192.19	4.5183	1,007
Alumbrado Publico	76.65	7.2442	606

Tabla 1. Consumo de energía eléctrica por sector.

Fuente: Dirección de Estudios Económicos y Estadísticas - INE

Mientras el pico de consumo es más alto, mayor es el precio de generación; por consiguiente los usuarios deben de pagar más en sus facturas de energía eléctrica; es por tal motivo que se establecieron pliegos tarifarios en dependencia del consumo de energía que se tiene cada mes (Ver Tabla 2).

Es por tal motivo que el ahorro de energía eléctrica es tan importante ya que a medida que el país crece la demanda de energía aumenta de manera proporcional el consumo de combustible principal fuente de generación de energía del país; el cual ha venido incrementando sus precios constantemente, lo que provoca un aumento en el precio de generación, es por tal motivo que cada usuario debe de hacer más eficiente su sistema eléctrico de manera tal que se pueda hacer más con menos energía, ya que el kWh consumido es proporcional al precio de este, es decir que entre más energía consumimos más cara es esta.

Por lo que es de gran importancia tomar en cuenta la eficiencia energética la cual es el conjunto de programas y estrategias para reducir la energía que emplean determinados equipos y sistemas, sin que se vea afectada la calidad de los servicios suministrados. De su propia definición se desprende que es una herramienta muy útil para reducir los costes de empresas y consumidores particulares. Además, supone una oportunidad de innovación muy importante para todos los colectivos. Si a lo anterior se le suma el encarecimiento del precio de la energía y el importante desarrollo industrial de países que hasta hace poco no consumían prácticamente recursos energéticos, resulta evidente por qué la eficiencia energética es considerada un elemento clave en la actualidad.

BAJA TENSION (120,240 y 480 V)			
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA	
		CODIGO	DESCRIPCION
RESIDENCIAL	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rurales	T-0	Siguientes 25 kWh
			Siguientes 50 kWh
			Siguientes 50 kWh
			Siguientes 350 kWh
			Siguientes 500 kWh
			Adicionales a 1000 kWh
GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)	T-1	TARIFA MONOMIA
			0-150 kWh
			> 150 kWh
		T-1A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL
			Todos los kWh
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Hospitales, etc.).	T-2	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL
			Todos los kWh
			kW de Demanda Máxima
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.).	T-3	TARIFA MONOMIA
			Todos los kWh
		T-3A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL
			Todos los kWh

			kW de Demanda Máxima
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL
			Todos los kWh
			kW de Demanda Máxima
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-5	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL
			Todos los kWh
			kW de Demanda Máxima
IRRIGACION	Para irrigación de campos agrícolas	T-6	TARIFA MONOMIA
			Todos los kWh
		T-6A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL
			Todos los kWh
			kW de Demanda Máxima
		T-6B	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL
			Verano Punta
			Invierno Punta
			Verano Fuera de Punta
			Invierno Fuera de Punta
			Verano Punta
			Invierno Punta
			Verano Fuera de Punta
			Invierno Fuera de Punta

Tabla 2 Pliego tarifario baja tensión. Fuente: Estadísticas INE

Es deber de cada persona, empresa, institución etc. mejorar la eficiencia de cada uno de los sistemas eléctricos, de manera tal que sigamos realizando las mismas actividades con menos consumo de energía eléctrica.

Sin embargo, el hecho de que se obtengan los mismos resultados (o incluso mejores) utilizando menos energía no es la única razón por la que la eficiencia energética ha cobrado tanta relevancia en los últimos años. También se debe a que ésta contribuye a la sostenibilidad y a incrementar el respeto al medio ambiente.

Por lo que es necesario e importante realizar una auditoría eléctrica con la finalidad de evaluar la racionalidad del uso de la energía eléctrica dando como resultado de esta evaluación, el detectar las posibilidades que existen de su utilización eficaz y eficiente.

1.3 Instrumentos de Medición

Los instrumentos de medición son dispositivos, los cuales nos permiten medir magnitudes eléctricas (Voltaje, Corriente, Potencia, entre otros); en donde antes de realizar las mediciones correspondientes se debe de conocer las características principales de estos, como funcionan, condiciones máximas de operación entre otras.

Para el desarrollo óptimo de la auditoria eléctrica en el CJDB es necesaria la utilización de equipos medición los cuales nos darán información acerca de la calidad en el suministro de energía eléctrica, y magnitud de cada uno de los parámetros eléctricos del sistema; los equipos propuestos a utilizar para la realización de este trabajo monográfico, siendo sus características técnicas:

1.3.1 Analizador de Redes (FLUKE 434).

#	Descripción
1	Analizador de calidad de la energía eléctrica
2	Juego de adhesivos para las tomas de entrada
3	Correa
4	Pinzas de cocodrilo. Juego de 5
5	Cables de prueba, 2,5 m. Juego de 5
6	Pinzas amperimétricas de CA intercambiables de 400 A (1 mV/A) y 40 A (10 mV/A). Juego de 4
7	Cargador de batería / Adaptador de red

#	Descripción
8	Adaptador de enchufe de línea (según el país)
9	Manual de Puesta en funcionamiento
10	CD ROM con manuales de uso y de puesta en funcionamiento (en varios idiomas)
11	Estuche rígido
12	CD ROM con el software FlukeView para Windows , estándar para el modelo Fluke 434 y opcional para el modelo Fluke 433
13	Cable óptico USB, estándar para el modelo Fluke 434 y opcional para el modelo Fluke 433

Tabla 3. Accesorios de analizador de redes FLUKE 434

1.3.2 Multímetro.

Especificaciones técnicas	
Rangos de medición	DCV: 400 mV; 4/ 40/ 400/ 1000 V ACV: 400 mV; 4/ 40/ 400/ 750 V DCA: 400/ 4000 μ A; 40/ 400 mA; 10 A ACA: 400/ 4000 μ A; 40/ 400 mA; 10 A OHM: 400 Ω ; 4/ 40/ 400 k Ω ; 40 M Ω Cap.: 4/ 40/ 400 nF; 4/ 40/ 400 μ F; 4/ 40 mF Frec.: 4/ 40/ 400 kHz; 4/ 40 MHz RPM: 4/ 40 kRPM; 4/ 40/ 400 MRPM Temp.: - 50 °C ... + 1000 °C
Resolución	DCV: 0,1 mV; 0,001/ 0,01/ 0,1/ 1 V ACV: 0,1 mV; 0,001/ 0,01/ 0,1/ 1 V DCA: 0,1/ 1 μ A; 0,01/ 0,1 mA; 0,01 A ACA: 0,1/ 1 μ A; 0,01/ 0,1 mA; 0,01 A OHM: 0,1/ 1/ 10/ 100 Ω ; 1/ 10 k Ω Cap.: 1/ 10/ 100 pF; 1/ 10/ 100 nF; 1/ 10 μ F Frec.: 1/ 10/ 100 Hz; 1/ 10 kHz RPM: 0,01/ 0,1/ 1/ 10/ 100 kRPM Temp.: 1 °C

Especificaciones técnicas

Precisión	DCV: $\pm 0,3 \%$ del indic. + 2 dgt (hasta 400 V); $\pm 0,5\% + 3$ dgt (por encima) ACV: $\pm 0,5 \%$ del indic. + 5 dgt (hasta 400 V); $\pm 0,8 \%$ + 5dgt (por encima) DCA: $\pm 0,8 \%$ del indic. + 2 dgt (bis 400 mA); $\pm 1 \%$ + 2 dgt (por encima) ACA: $\pm 1,0 \%$ del indic. + 5 dgt (bis 400 mA); $\pm 1,2 \%$ + 5 dgt (por encima) OHM: $\pm 0,6 \%$ del indic. + 2 dgt (bis 4 M Ω); $\pm 1 \%$ + 3dgt (por encima) Cap.: $\pm 1,9 \%$ del indic. + 20 dgt Frec.: $\pm 0,5 \%$ del indic. + 1 dgt RPM: $\pm 0,5 \%$ del indic. + 1 dgt Temp.: $\pm 1,0 \%$ del indic. + 2°C
------------------	---

Tabla 4. Especificaciones técnicas Multímetro digital PCE– DM 22

1.3.3 Pinza Amperímetrica.

Especificaciones técnicas

Corriente AC (50/60 Hz)	Sector / resolución / precisión 200 A / 100 mA / $\pm 3,0 \%$ + 8 dígitos
Corriente DC	Sector / resolución / precisión 200 A / 100 mA / $\pm 2,8 \%$ + 8 dígitos
Comprobación de tensión AC (sin contacto)	100 VAC a 600 VAC 50 / 60 Hz
Frecuencia	Sector / resolución / precisión 40 ... 50 Hz / 0,01 Hz / $\pm 1,2 \%$ + 5 dígitos 51 ... 510 Hz / 0,1 Hz / $\pm 1,2 \%$ + 3 dígitos 0,51 ... 1 kHz / 0,001 kHz / $\pm 1,2 \%$ + 3 dígitos
Iluminación del punto de medición	LED blancos
Diámetro del conductor	máx. 18 mm
Pantalla	con LED blancos, iluminación de fondo pantalla LCD de 3 2/3 posiciones
Alimentación	2 x baterías 1,5 V AAA
Carcasa	PVC
Dimensiones	155 x 66 x 31 mm
Peso	155 g

Tabla 5. Especificaciones técnicas Mini - pinza amperimetrica PCE–DC1

1.3.4 Medidor de luz (Luxómetro).

Especificaciones técnicas del medidor de luz	
Rangos	0,00 ... 40.000 lux
Resolución	0,1 lux
Precisión	$\pm 5\%$ <10.000 lux $\pm 10\%$ >10.000 lux
Indicación de sobre rango	OL = Overload
Secuencia de medición	1,5 valores por segundo
Condiciones ambientales	0 ... 40 °C / 0 ... 80 % H.r.
Pantalla	LCD con 3,5 dígitos
Alimentación	batería de 9 V
Dimensiones	157 x 54 x 34 mm
Peso	170 g

Tabla 6. Especificaciones técnicas Luxómetro PCE – MLM

Cabe señalar que cada equipo de medición utilizada cumple con los parámetros estándar para la medición eléctrica, con los cuales obtendremos información más acertada de los parámetros eléctricos del sistema eléctrico del CJDB. En donde se tiene cargas clasificadas en: iluminación, climatización, motores, entre otros.

Una vez recopilada toda la información general e información técnica de facturación, pliego tarifario aplicable a la potencia contratada en el CJDB y las características técnicas de los instrumentos de medición a utilizar, se realizará un análisis con la finalidad de conocer el panorama del trabajo que se realizara en la siguiente fase.

Capítulo 2

Fase de Pre – Diagnóstico

2.1 Fase de Pre – Diagnóstico

Esta fase comprende el reconocimiento preliminar del edificio, estudio previo de su geometría de distribución espacial y orientación, de las condiciones climáticas a las que se encuentra sometido, las instalaciones industriales y de proceso de que dispone así como los equipos, los cuales permitirán evaluar la magnitud de los problemas energéticos y planificar las actividades a realizar en las siguientes fases de la auditoria.

2.2 Información General

El Centro Juvenil Don Bosco, es un Centro de Formación Profesional Laboral, vinculado a las empresas, donde el joven que tiene pocas oportunidades económicas y educativas, pueda insertarse laboralmente, además de ser un centro de evangelización, formación profesional y deportiva con espiritualidad salesiana; abierto a toda la comunidad especialmente, a los jóvenes de las clases populares, para que estos sean protagonistas del desarrollo de Nicaragua.

Se encuentra Ubicado en Villa Don Bosco Frente a Cruz Roja Nicaragüense, los teléfonos de contacto son: 2249-7218, 2244-3951 y 2249-4172. Posee un área de imprenta el cual realiza servicios tales como impresión de:

- Libros
- Revistas
- Afiches

Papelería Comercial:

- Recibos
- Facturas
- Formularios
- Tarjetas
- Etc.

Y un área de bordado en donde se realiza trabajos de bordados tales como:

- Uniformes Industriales
- Ornamentos Litúrgicos

- Cuero
- Gorras
- Camisas
- Corbatas
- Forros Para Vehículos
- Uniformes Deportivos
- Chaquetas
- Banderas
- Estolas

Este centro comprende alrededor de 20 manzanas de extensión, ocupadas por amplios talleres y numerosos campos deportivos, el Centro Juvenil Don Bosco (fundado en 1956) acoge cada fin de semana a equipos de fútbol, básquetbol y béisbol.

En este centro se imparte una gran variedad de cursos entre los que están:

1. Soldadura Industrial (Mecánica Automotriz).
2. Torno (Mecánica Industrial).
3. Fresa (Mecánica Industrial).
4. Mecánica Automotriz.
5. Técnico en Electricidad residencial e industrial.
6. Panadería.
7. Belleza.

2.3 Análisis de la Información

El régimen de operación presente en el CJDB es de lunes a sábado, en donde se presenta el mayor consumo de energía, ya que en los días domingo, no se imparten clases y la mayoría de las aéreas administrativas no laboran, a excepción de la iglesia católica, librería, casa de los sacerdotes las que no se encuentran integradas en el circuito en evaluación.

Las horas laborables de las áreas administrativas en el CJDB son de lunes a viernes de 8:00 am a 05:00 pm y los días sábados se labora en ciertas áreas administrativas las que laboran de manera irregular por exigencias propias de sus labores.

Para este estudio se contó con planos de las instalaciones existentes del CJDB, los que fueron de gran utilidad para la ubicación de cada una de las áreas que posee el CJDB, además se obtuvo información de la ubicación de los paneles eléctricos, así como de la carga conectada en estos.

En la verificación de los planos se encontró que estos no se encuentran actualizados, además que en los últimos años la carga eléctrica instalada se ha venido incrementado, lo cual no ha se venido incorporando en los planos, los que se procedió a actualizar: diagramas de fuerza, diagrama unifilar, diagramas de iluminación, entre otros.

2.3.1 Memoria descriptiva de la producción

El Centro Juvenil Don Bosco en donde se realizó la Auditoria Eléctrica cuenta con una gran diversidad de áreas, que se dedican a actividades de índole administrativo, educación y producción como lo son:

- **Área de Imprenta:** En esta área se realizan impresiones publicitarias y comerciales, tales como: revistas, libros, manuales, carteles, folletos en general, se elabora papelería (en sus diversas variedades de papel y gramaje) de línea y a color, hojas embretadas, invitaciones, sobres, tarjetas de presentación y todo tipo de formatos (pedidos, pólizas, requisiciones, etc.). Así mismo el acabado con el servicio de encuadernación para libros, revistas, etc., doblez, compaginado, pegado en hot melt, engrapado, corte y refine. En esta área se trabaja en horarios regulares de lunes a viernes de 8:00 am – 5:00 pm, con excepción de trabajar los fines de semana en dependencia volumen de trabajos que se tenga.
- **Área de Torno y Fresa:** se imparten clases para la creación y modelación de piezas de metal o de madera las que se hacen girar mientras un útil de corte da forma al objeto, estos desprenden viruta de piezas que giran sobre su eje de rotación, por lo que su trabajo se distinguirá por que la superficie generada será circular, teniendo como centro su eje de rotación, así mismo se realizan trabajos propios del CJDB que son necesarios para las actividades de mantenimiento de este.

En el torno se pueden realizar trabajos de desbastado o acabado de las siguientes superficies:

- Cilíndricas (exteriores e interiores)
- Cónicas (exteriores e interiores)
- Curvas o semiesféricas

- Irregulares (pero de acuerdo a un centro de rotación)

Se pueden realizar trabajos especiales como:

- Tallado de roscas
 - Realización de barrenos
 - Realización de escariado
 - Muleteado de superficies
 - Corte o tronzado
- **Área de Bordado:** En esta área se realizan trabajos de bordado a empresas o individuos que necesiten de este tipo de servicio, en donde se dibuja puntada a puntada la imagen o logotipo mediante una aplicación de dibujo vectorial, recreando el camino que llevará a cabo el hilo para realizar el bordado, y especificando la dirección y longitud de cada puntada. Realizando este trabajo con gran precisión para maximizar la eficiencia, ofreciendo así una mejor calidad. En esta área se trabaja en horarios regulares de lunes a viernes de 8:00 am – 5:00 pm, con excepción de trabajar los fines de semana en dependencia volumen de trabajos que se tenga.
 - **Área de Electricidad:** en esta área se imparten clases de electricidad residencial, así como electricidad industrial. En horarios establecidos de lunes a sábado, para estas áreas se cuentan con maquetas para las conexiones eléctricas en donde los estudiantes realizan conexión de circuitos eléctricos para el desarrollo de la clase, además estos son llevados a realizar labores de mantenimiento en el CJDB en compañía de su responsable.
 - **Área de Panadería:** en esta área se imparten clases para la preparación de productos tales como pan, pasteles, repostería entre otros; lo cual es uno de los cursos que se imparten en el CJDB.

El CJDB posee una variedad de equipos instalados, entre los que tenemos maquinas eléctrica rotativas, equipos ofimáticos, unidades de aire acondicionado, lámparas fluorescentes, entre otros, en donde para el caso de muchas maquinas eléctricas son máquinas obsoletas, provocando un gasto innecesario de energía eléctrica representada en divisas asumidas por el CJDB, reduciendo así sus utilidades.

2.4 Características generales del Sistema Eléctrico

La carga instalada existente en el CJDB, es alimentada por 2 bancos de transformadores en donde uno de ellos se encuentra ubicado en poste de madera ubicado en el sector sur del campo de baseball del CJDB frente a las casas de habitación de los sacerdotes y el otro banco de transformadores se encuentra ubicado en el costado norte del taller de fresa, a continuación se detallan las características de los bancos de transformadores antes mencionados:

1. Banco Transformadores 3 x 25 kVA:

- Está conformado por 3 Unidades 1 Φ .
- Capacidad: 25 kVA cada unidad.
- Código transformador 1: 51948
- Código transformador 2: 51949
- Código transformador 3: 51950
- Tensión Primaria: 7.6 / 13.2 KV.
- Tensión Secundaria: 120 / 240 V.
- Conexión: Delta - Estrella.

A este centro de transformación se encuentran conectadas todas las cargas eléctricas pertenecientes a las áreas administrativas, bordado e imprenta.

La salida de baja tensión (120 / 240 V) para este banco de transformadores en los bornes secundarios, es tipo subterránea a la base del poste de madera de 30', compuesta por 3 conductores número 3/0 junto con un conductor 1/0, estos tipo THHN³ en un tubo EMT 4", llegando a un interruptor termo magnético de 3 polos 175 A, integrado en el panel P-P2.

2. Banco Transformadores 3 x 167 kVA:

- Está conformado por 3 Unidades 1 Φ .
- Capacidad 167 kVA cada unidad.
- Código transformador 1: 51945
- Código transformador 2: 51946
- Código transformador 3: 51947
- Tensión Primaria: 7.6 / 13.2 KV.

³ Ver Anexo 1 - Figura 3—Conductor Eléctrico tipo THHN.

- Tensión Secundaria: 120 / 240 V.
- Conexión: Delta - Delta.

En este centro de transformación se encuentra conectadas todas las cargas eléctricas correspondientes a los talleres o áreas en donde se imparten las clases de torno, fresa, electricidad, soldadura, mecánica automotriz y computación. La salida de baja tensión (120 / 240 V) para este banco de transformadores en los bornes secundarios, es tipo subterránea, a través de 3 conductores 500 MCM y una línea de 250 MCM en 3 tubos de 4" EMT, llegando a un interruptor termo magnético de 3 polos 1200 A.

La acometida de la red primaria la cual alimenta estos centros de transformación, es suministrada por la empresa distribuidora Gas Natural, a través del circuito ALT3020 de 7.6 / 13.2 kV, el cual proviene de la subestación ALTAMIRA.

El consumo de energía para la carga conectada en este centro de transformación es registrado por el medidor un trifásico, bajo la norma de fabricación IEC 6136 y IEC 60687, y presenta un visualizador LCD de fácil lectura permitiendo mantener informado al cliente de sus datos de consumo.

El medidor del CJDB es registrado por la empresa distribuidora de energía eléctrica DISNORTE – DISSUR – Gas Natural, bajo el número NIS 2032377, con una potencia contratada de 100 kW.

El centro cuenta con una cantidad de áreas considerables en donde en cada una de las áreas consideradas principales, poseen su tablero de distribución eléctrica.

2.5 Censo de Carga Instalada

Un aspecto importante a ser tomado en cuenta en el momento de realizar una auditoría eléctrica, es el levantamiento o censo de la carga instalada, el cual se debe efectuar sin importar que la empresa o sitio en donde se realiza la auditoria eléctrica es una industria de gran tamaño o no lo es, ya que por medio de esta se logra obtener información de vital importancia para el desarrollo de la auditoria eléctrica.

El censo de cargas nos permitirá conocer aspectos característicos de la carga instalada conociendo así el tipo de elementos conectados en cada una de las áreas, los kilowatts (kW) totales conectados al sistema por sector y en cada tablero, y así poder determinar si la instalación es apropiada o debe de ser modificada (calibre de conductores, diámetro de tubería, protecciones,

balance de cargas, entre otros). El censo se realizó identificando los centros de carga de cada local, posteriormente se verificó el tipo y número de cargas que alimenta cada circuito, número de circuito u otro nombre para identificarlo, se incluye el amperaje de la protección (fusible con interruptor o interruptor termo magnético).

En el caso del CJDB en donde se encontró que existe una variedad de cargas considerable, se tomó en consideración las cargas existentes y que tienen un mayor tiempo de operación, debido a que estas son las que determinan la demanda de la energía del lugar, así como el comportamiento del factor de potencia en el sistema. Para el caso de las áreas productivas como lo son as área de imprenta, taller de fresa, mecánica automotriz, entre otros, se tomó en cuenta los equipos eléctricos de, mayor importancia para las actividades de producción de estas áreas.

2.6 Facturación Eléctrica

Se realizó un estudio de la facturación eléctrica el cual corresponde a un periodo de últimos 24 meses (Ver Tabla 7), (Enero 2010 - Diciembre de 2011); este se realizó con la finalidad de ver el comportamiento del consumo de energía eléctrica y montos pagados por este en los últimos 2 años, además se orienta a realizar una optimización de la facturación, comprobando si algunos de los parámetros utilizados para la facturación, puede optimizarse o ajustarse a valores más acordes al consumo de energía que realiza el CJDB, buscando así el consiguiente ahorro económico, en aquellos casos que sean susceptibles de mejora.

Fecha Facturación	Costo (C\$)	Energía Consumida (kWh)
29.01.10	47,971.23	8590
26.02.10	54,130.57	10090
29.03.10	73,726.09	13090
28.04.10	69,998.80	11726
29.05.10	75,349.41	12681
28.06.10	72,001.02	12681
29.07.10	73,209.69	12817
28.08.10	77,294.76	13908
28.09.10	80,368.11	13908
29.10.10	83,765.14	14454
27.11.10	75,150.29	12545
29.12.10	58,442.34	8863
29.01.11	50,612.54	7227

Fecha Facturación	Costo (C\$)	Energía Consumida (kWh)
26.02.11	60,083.64	8727
29.03.11	65,507.70	10090
28.04.11	72,788.07	10090
28.05.11	83,293.56	12681
28.06.11	90,173.12	13090
29.07.11	89,111.41	12817
29.08.11	78,384.22	11863
28.09.11	78,292.14	11726
29.10.11	76,117.91	11999
28.11.11	75,035.33	11454
29.12.11	70,573.58	10636

Tabla 7. Pagos por facturación 2010- 2012.

Este ahorro el cual se pretende realizar, con el estudio de facturación no es un ahorro energético, siendo así que la revisión de la facturación actual no nos ofrecerá una modificación en el consumo, el ahorro será en los precios y forma facturación; ya que al elegir una tarifa eléctrica adecuada puede generar una disminución del precio de la energía consumida, en caso que la tarifa actual se encuentre incorrecta comprobando si esta tarifa de facturación por kW consumido corresponde con lo establecido por el Instituto Nicaragüense de Electricidad (INE), para este tipo de consumidor en caso no suceda y exista alguna anomalía, se harán las recomendaciones pertinentes para que el CJDB, interponga su reclamo antes las instancias correspondientes y se realice el cambio sugerido.

2.7 Resultados obtenidos:

La información recopilada en esta fase permite conocer la estructura de operación del centro, datos generales del sistema eléctrico y el historial de consumo de energía eléctrica, de los que se puede señalar:

El centro, consta de una diversidad de áreas en donde se imparten clases como: Fresado, torno, soldadura, electricidad automotriz, pastelería; además de áreas de producción de artículos de índole privado como bordado e imprenta, los cuales son administrado por un director general, seguido de un coordinador general y de los diferentes coordinadores de áreas. En las cuales no se realiza ningún tipo de mantenimiento preventivo, ya que el centro no dispone de un área encargada del mantenimiento.

El sistema eléctrico del Centro, posee 2 bancos de transformadores, el primero compuesto de 3 unidades monofásicas de 25 kVA con una conexión delta – estrella que alimenta las cargas eléctricas de las áreas administrativas y de imprenta y el segundo banco de transformadores compuesto por 3 unidades monofásicas de 167 kVA con una conexión Delta – Delta al que alimenta las cargas eléctricas de las áreas de fresa, torno, electricidad, soldadura, mecánica automotriz y computación. Además se encontró que los planos eléctricos no se encuentran actualizados conteniendo una gran cantidad de imprecisiones, los que para el desarrollo de esta auditoria fueron actualizados.

Igualmente se evaluó el periodo de facturación para los años 2010 – 2011 en donde se encontró que el consumo de energía disminuyó en un 9% debido a la sustitución de bombillos incandescentes por lámparas fluorescente compactas; a pesar de esto se encontró que el mes de mayor consumo fue el mes de Junio del año 2011 en donde la factura eléctrica fue realizada por un monto de C\$ 90,173.12

La información obtenida sirve de insumo para el desarrollo de la siguiente fase, ya que permite identificar de manera rápida las áreas y equipos con mayor incidencia en el alto consumo de energía eléctrico ya sea por baja eficiencia o mal uso.

Capítulo 3

Fase de Diagnóstico

3.1 Fase de Diagnóstico

Esta fase comprende el levantamiento detallado de la información técnica para determinar el estado preciso en que se encuentran las instalaciones eléctricas y equipos eléctricos instalados en cada una de las áreas en estudio, así como los regímenes de operación de los equipos o subsistemas y prácticas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo entre otros; al realizar este diagnóstico se debe identificar la problemática existente en los sistemas energéticos que conduce a un mayor consumo e ineficiencia energética así como indicar las posibles causas que la produce y generan un gasto innecesario de energía eléctrica lo que provoca pagos altos por consumo de energía eléctrica .

3.2 Sistematización de la información

El Centro Juvenil Don Bosco posee un contrato con la distribuidora DISSNORTE – DISSUR, que posee las siguientes características:

Titular	:	CENTRO JUVENIL, DON BOSCO
Numero de contrato	:	12200014945
Numero NIS	:	2032377
Potencia Contratada	:	100 kW
Tensión	:	7.6 / 13.2 Kv, 4 Hilos.
Tipo de Tarifa	:	M55 T4D MT. INDU MEDIANA BINOMIA
Número de Medidor	:	08902061
Periodicidad de Facturación	:	Mensual

La tarifa eléctrica que se asigna a un cliente, varía en función del nivel de tensión y de la cantidad de energía consumida por este.

3.3 Pliego tarifario

Los pliegos tarifarios tienen por objeto establecer, dentro de cada Contrato de Concesión, las fórmulas, parámetros e indexaciones que corresponden a cada Empresa de Distribución para las tarifas de distribución de cada grupo de consumidores tipificados. Dichos pliegos deberán cumplir las características y metodologías establecidas en la Normativa eléctrica.

Las categorías tarifarias se definirán para cada nivel de tensión, para determinados niveles de demanda máxima.

Clasificación tarifaria. Los clientes de las Empresas de Distribución serán clasificados de acuerdo a su modalidad de consumo y potencia máxima demandada, en las siguientes categorías tarifarias:

- a) Tarifa T1: Clientes de pequeñas demandas.
- b) Tarifa T2: Clientes de medianas demandas.
- c) Tarifa T3: Clientes de grandes demandas.
- d) Tarifa T4: Clientes usuarios de la red de distribución, que compran al por mayor de un proveedor distinto de la empresa de distribución.

Factor de potencia. Las tarifas establecidas en los Pliegos Tarifarios rigen para el factor de potencia inductivo (Coseno ϕ) igual o superior a 0,85 [2].

El CJDB posee una tarifa según menciona la normativa la tarifa es la T4D, tarifa para consumidores con una carga contratada de 25 hasta 200 kW (Ver Tabla 2), para uso industrial (talleres, fabricas, entre otros), la cual es una tarifa binomio si medición Horaria estacional, y que es la más adecuada para el CJDB, debido a la potencia consumida que posee este. En el caso del CJDB, según se muestra en los registros de facturación su potencia facturada promedio para el año 2010 fue de 68.250 kW y para el año 2011 fue 72.750 kW (Ver Tabla 9) en donde se tuvo un aumento del 7% de la potencia facturada, el cual está dentro de los rangos establecidos permitidos en la tarifa T4D; por lo que se concluye que esta tarifa es la más idónea para el consumo que se tiene en el CJDB, ya que si deseáramos pasar a la tarifa T3 la cual es una tarifa binomio sin medición horaria estacional para una carga contratada hasta de 25 kW, no podríamos ya que en los registros de facturación se aprecia que la demanda de potencia aproximadamente en 65%.

Fecha Facturación	Potencia Facturada (W)
29.01.10	52000
26.02.10	55000
29.03.10	82000
28.04.10	83000
29.05.10	74000

Fecha Facturación	Potencia Facturada (W)
28.06.10	64000
29.07.10	67000
28.08.10	67000
28.09.10	72000
29.10.10	76000
27.11.10	71000
29.12.10	56000
29.01.11	48000
26.02.11	61000
29.03.11	60000
28.04.11	83000
28.05.11	83000
28.06.11	95000
29.07.11	87000
29.08.11	74000
28.09.11	76000
29.10.11	68000
28.11.11	71000
29.12.11	67000

Tabla 9. Potencia Facturada 2010 – 2011

3.4 Consumo de energía mensual

Las mediciones de parámetros eléctricos constituyen una actividad de extraordinaria importancia por ser en ellas que se basan las evaluaciones energético-económicas de los sistemas.

En la actualidad el CJDB no posee ningún registrador propio que les permita comparar el registro de su demanda leída ni consumos, la única información que poseen es la que les suministra en las facturas mensuales de su distribuidor eléctrico DISNORTE – DISSUR – Gas Natural que son registradas por un medidor trifásico que se tiene instalado para el control del consumo de energía eléctrica que realiza en el CJDB.

Las lecturas de los medidores actuales son tomadas por un operador una vez al mes, y con ello se calculan los consumos eléctricos. Este método manual es ineficaz y acumula gran cantidad de errores, no solo en los errores del medidor sino también en los errores propios de una lectura manual.

Analizando el histórico de consumo para los últimos 2 años facturados al CJDB, se observa el consumo de energía para el año 2010 – 2011, en donde para el año 2010 se produjo un consumo promedio anual de 12,112 kWh⁴ y para el año 2011 se ‘produjo un consumo promedio anual 11,033 kWh, el cual se redujo en 9%, el cual fue en gran medida por la sustitución de bombillos incandescentes por bobillos ahorrativos según nos informó personal que labora en el CJDB.

Es por eso la importancia de implementar medidas de ahorro energético como una alternativa para disminuir el pago de la factura eléctrica, en la cual su precio ha venido aumentado mes a mes lo que provoca que el costo mensual facturado aumente también en gran parte por las variaciones que se han tenido a nivel mundial en el precio del petróleo, lo que ha provocado que el costo de la energía eléctrica aumente de manera proporcional, en donde para el año 2010 el costo promedio mensual facturado fue de C\$ 70,117.29 y para el 2011 de C\$ 74,164; los meses de julio a septiembre son los meses en donde el consumo de potencia se incrementa (Ver Tabla 10), lo cual es debido a las actividades propias del CJDB.

Fecha Facturación	Energía Consumida (kWh)
29.01.10	8590
26.02.10	10090
29.03.10	13090
28.04.10	11726
29.05.10	12681
28.06.10	12681
29.07.10	12817
28.08.10	13908
28.09.10	13908
29.10.10	14454
27.11.10	12545
29.12.10	8863
29.01.11	7227
26.02.11	8727
29.03.11	10090
28.04.11	10090
28.05.11	12681
28.06.11	13090
29.07.11	12817

⁴ Ver Anexo – Figura 38 - Histórico de consumo de energía mensual (kWh/mes)

Fecha Facturación	Energía Consumida (kWh)
29.08.11	11863
28.09.11	11726
29.10.11	11999
28.11.11	11454
29.12.11	10636

Tabla 10. Consumo de energía facturado.

3.5 Factor de Potencia

La energía eléctrica constituye la forma más cara de energía comprada; es por tal motivo que se debe de utilizar al mínimo indispensable para una operación eficiente, estos esfuerzos que se hagan para conservar la electricidad podrían resultar en ahorros significativos que se traducen en costos de operación más bajos.

La tarifa de consumo eléctrico no puede ser controlada solamente por un manejo del consumo ya que el uso de energías solo uno de los factores que afectan la tarifa.

Los aspectos económicos de la corrección del factor de potencia depende tanto de la estructura tarifaria en cuanto del factor de potencia existente en centro, es por eso que es necesario considerar la corrección del factor de potencia como la inversión con dos objetivos:

1. Reducir costos de electricidad.
2. Liberar capacidad de transformadores, líneas y paneles.

Cuando se opera dentro de un sistema de penalización por factor de potencia, una reducción por este, generara una reducción de los costos de electricidad lo que vendrá a dar como resultado un retorno de la inversión, así también liberación de capacidad de transformadores, líneas y paneles de encendido.

Actualmente el CJDB, posee un factor de potencia promedio anual para el 2011⁵ de 0.86, siendo el mes de abril y agosto los meses en donde se registró el valor más bajo el cual fue de 0.85, considerando el valor mínimo permitido por la Normativa del servicio eléctrico el CJDB, los valores de factor de potencia se encuentran aceptables, aunque el consumo de energía reactiva (kVArh) que posee respecto al año 2010, presenta una disminución del 9%⁶ respecto al año 2011 (Ver Tabla 11).

⁵ Ver Anexo - Figura 39 - Factor de Potencia Mensual

⁶ Ver Anexo 1 – Figura 40 - Gráfico de Consumo kVArh mensual 2010-2011

Fecha Facturación	Consumo Reactivo kVArh
28.04.10	6681
29.05.10	8181
28.06.10	8317
29.07.10	8045
28.08.10	8454
28.09.10	8863
29.10.10	9136
27.11.10	7636
29.12.10	6408
29.01.11	5863
26.02.11	6136
29.03.11	7227
28.04.11	6272
28.05.11	8181
28.06.11	8590
29.07.11	8863
29.08.11	8045
28.09.11	7636
29.10.11	7636
28.11.11	6681
29.12.11	6408

Tabla 11. Consumo de kVArh mensual 2010- 2011

3.6 Instrumentos de Medición

Con la finalidad de obtener una mayor precisión de la situación en que se encuentra el sistema eléctrico actual del CJDB, fue necesario realizar una medición de los parámetros eléctricos de la instalación, obteniendo así datos de relevancia a ser analizados garantizando así el óptimo desarrollo de esta auditoría eléctrica; utilizando instrumentos de medición eléctrica, como lo son el analizador de redes eléctricas FLUKE 434, multímetro, pinza amperimétrica y medidor de luz (luxómetro) entre otros.

3.6.1. Analizador de Redes:

Equipo	:	Analizador de red eléctrica trifásico 434.
Marca	:	FLUKE
Intervalo de Medición	:	15 minutos.

El Analizador de Redes trifásico Fluke⁷ garantiza las características expresadas en valores numéricos, está compuesto por una gran variedad de accesorios, los cuales son necesarios para el óptimo funcionamiento de este (Ver tabla 4).

Para la conexión del analizador de Redes Fluke 434, se realizó la conexión habiendo tensión eléctrica en el punto de medición ya que muchas áreas se encontraban realizando actividades propias de su proceso de producción, aunque lo adecuado era el eliminar la tensión del sistema eléctrico antes de realizar las conexiones. Además se trabajó en conjunto ya que no es recomendable se trabaje solo una persona cuando se trabaja con tensión eléctrica en el sistema.

En CJDB posee un sistema eléctrico trifásico, por lo que en la conexión del analizador de redes se realizó antes de efectuar alguna medida, se configuro el analizador para la tensión, frecuencia y Configuración del cableado del sistema eléctrico del CJDB para este la tensión configurada fue 240 V en conexión estrella en el lado primario y delta en el lado secundario, se programó para que realizara mediciones cada 15 minutos.

Posterior a la programación se realizó la conexión de las pinzas amperimétricas cubriendo los conductores de fase A (L1), B (L2), C (L3) y N (neutro)⁸. Las pinzas están marcadas con una flecha que indica la polaridad de señal correcta de la acometida principal de las cargas y las pinzas de cocodrilo con los conductores de la acometida principal⁹.

Para la conexión de tensión: se inició con la toma de tierra y luego proseguimos con N, A (L1), B (L2) y C (L3), sucesivamente. Además nos cercioramos en 3 ocasiones que las conexiones eran las adecuadas (asegurando que las pinzas amperimétricas fueron firmemente conectadas y completamente cerradas alrededor de los conductores).

3.6.2. Multímetro PCE-DM 22

Este multímetro de mano es un aparato el cual lo utilizamos para la medición de tensión en los tableros de distribución del CJDB. Es un instrumento muy práctico, en nuestro caso se utilizó para

⁷ Ver Anexo 1 y Figura 4 – Analizador de Redes FLUKE 434 y accesorios

⁸ Ver Anexo 1 – Figura 6 – Esquema de conexión del analizador de redes al sistema trifásico de 4 hilos.

⁹ Ver Anexo 1 – Figura 5 – Diagrama Unifilar del CJDB.

medir la tensión en los tableros de distribución del CJDB, aunque el posee funciones como la de determinar DCV, ACV, DCA, ACA y la resistencia con gran precisión, además determina la capacidad, la frecuencia, las revoluciones y la temperatura y posibilita la comprobación de paso y la prueba de diodos. Con el multímetro de mano también se puede transmitir los valores de medición guardados a un PC o laptop con la ayuda del software del envío, en nuestro caso obtuvimos los valores de manera visual del aparato.

3.6.3. Mini pinza Amperimétrica PCE-DC1

Esta pinza amperimétrica se utilizó para detectar de forma indirecta corriente AC de algunas máquinas eléctricas las cuales no se podía obtener datos característicos de placas, como los son algunos de los motores del área de fresa. La pinza amperimétrica utilizada integra una linterna para iluminar el punto de medición, la que nos fue útil ya que existen paneles de distribución los cuales se encontraron en zonas con poca iluminación en donde se dificultaba un poco la visión dentro de los paneles; además posee la función de comprobación sin contacto de tensión. Las dimensiones reducidas de esta pinza amperimétrica nos permitieron trabajar en lugares de difícil acceso, además posee una pantalla iluminada que nos ayudó en una mejor lectura incluso en algunos de los tableros que se encontraban en áreas donde no se tenía iluminación adecuada en ese punto.

3.6.4 Medidor de luz PCE-MLM 1

El medidor de luz PCE-MLM 1 fue utilizado para la medición de luxes¹⁰ presentes en cada una de las áreas en donde se desarrolló esta auditoría, con la finalidad de conocer si los niveles de iluminación de las áreas estudiadas son los adecuados; este instrumento dispone de un buen rango de medición, una respuesta rápida y una carcasa compacta, que nos permitió un funcionamiento rápido y fácil con una sola mano. Los equipos como este poseen un amplio campo de aplicación en el sector industria. Por ejemplo, ayudan a optimizar las condiciones de luz en puestos de trabajo individuales, en oficinas colectivas, en almacenes, en edificios industriales y apartamentos, entre otros; para este caso se realizó la medición de iluminación en cada una de las áreas estudiadas, en la cual se efectuó medición del plano horizontal y vertical obteniendo así datos de la cantidad de lux existentes.

3.7 Estudio de la carga eléctrica instalada

La eficiencia energética es un criterio clave para el desarrollo de nuestra industria y de la sociedad. En la actualidad cualquier producto o solución industrial en la que no se tome en cuenta

¹⁰ Ver Anexo 2 – Tabla 37 – Especificaciones Técnicas Luxómetro PCE – LML -1

el ahorro y la eficiencia energética es propenso que sus utilidades reduzcan por el aumento en el costo de su producción.

La información obtenida en el censo de carga realizado en la fase de pre- diagnóstico se nos permitió verificar la veracidad de los datos que se tenían en los planos eléctricos del CJDB, los que en la mayoría de los casos existía carga instalada que no había sido integrada en los mismos, por lo se procedió a realizar la actualización de los mismos¹¹ integrando la información encontrada, ya que según nos informó personal técnico del CJDB, los planos no han sido actualizados desde el año 2004 en donde a la fecha se han venido integrando equipos al sistema eléctrico actual, si realizar la actividad de actualización de planos.

Además se realizaron un listado de los equipos eléctricos instalados en cada una de las áreas del CJDB, obteniéndose de estos la potencia total estimada de 531 kW (Ver Tabla 8) de los cuales las maquinas eléctricas representan la mayor potencia instalada de 442.95 kW los que corresponden al 83 % de la carga total que se encuentra en instalada en las áreas en estudio. Además de conocer que carga y que potencia se encuentra instalada en el CJDB también con esta información servirá como insumo en el desarrollo del análisis económico que se muestra en el capítulo 4, en donde se dará a conocer los resultados de cada uno de los análisis realizados.

Potencia Instalada	
Rubro	kW
Maquinas Eléctricas	442,95
Iluminación	31,874
Climatización	33,64
Equipos de Oficina y Otros	23,472
Total	531,94

Tabla 8. Potencia Instalada por rubro.

El consumo estimado de consumo de energía anual (kWh) en el CJDB en la actualidad se encuentra distribuido de la siguiente manera:

Máquinas Eléctricas 70,653 kWh

¹¹ Ver Anexo - Figura 8 – Figura 36 – Cargas de Panel eléctricos existentes

Climatización	32,580 kWh
Iluminación	10, 936 kWh
Equipos de oficina y otros	18,228 kWh

Por lo cual podemos decir que anualmente se tiene un consumo total de energía aproximado de 132,398 kWh¹², considerando un régimen de operación conforme nos indicaron en entrevistas previas trabajadores del CJDB y encargados de cada área.

3.7.1. Mediciones realizadas.

Una vez realizado el censo de carga se procedió a realizar mediciones en la salida de cada uno de los bancos de transformadores¹³; el analizador de redes FLUKE 434, se conectó a la salida del banco de transformadores compuesto por 3 unidades de 167 KVA en donde este permaneció por un periodo de 3 días en cada banco de transformación, obteniéndose valores de Voltaje, Potencia Activa, Reactiva y Aparente.

El nivel de tensión encontrado en las mediciones realizadas con el analizador de redes se encuentra que el nivel de tensión en régimen de trabajo es el siguiente:

Tensión L12	Tensión L23	Tensión L31
232,630	233,550	234,100

La potencia activa, reactiva, aparente y frecuencia medida se encontró de la siguiente manera para una medición con intervalo de 1 hora:

Hora	Frecuencia Media	Potencia Activa	Potencia Reactiva	Potencia Aparente
11:02:17 287ms	60.020	60,977535	38,546	72,1391287
12:02:17 287ms	59.992	32,02872	12,1485	34,2552909
13:02:17 287ms	60.013	0	0	0
14:02:17 287ms	59.997	37,15075	19,6627	42,0333201
15:02:17 287ms	59.997	60,478639	33,21956	69,0014851
16:02:17 287ms	59.988	50,10852	26,333275	56,6065822
17:02:17 287ms	59.993	36,1692	15,9873	39,5449717
18:02:17 287ms	60.005	6,22332	3,7664	7,27430277

¹² Ver Anexo 1 – Figura 7 Estimación de consumo de kWh consumida por rubro.

¹³ Ver Anexo 1 – Figura 5 - Diagrama Unifilar del sistema eléctrico del CJDB y conexión del Analizador de Redes

Hora	Frecuencia Media	Potencia Activa	Potencia Reactiva	Potencia Aparente
19:02:17 287ms	59.992	0	0	0
20:02:17 287ms	60.002	0	0	0
21:02:17 287ms	59.998	0	0	0
22:02:17 287ms	60.025	0	0	0
23:02:17 287ms	60.008	0	0	0
00:02:17 287ms	60.001	0	0	0
01:02:17 287ms	59.988	0	0	0
02:02:17 287ms	59.993	0	0	0
03:02:17 287ms	59.998	0	0	0
04:02:17 287ms	59.996	0	0	0
05:02:17 287ms	60.003	0	0	0
06:02:17 287ms	59.997	0	0	0
07:02:17 287ms	59.996	0	0	0
08:02:17 287ms	59.996	13,17483	5,01822675	14,0981823
09:02:17 287ms	60.002	28,18135	17,17425	33,0021719
10:02:17 287ms	60.010	42,0393	40,863635	58,6271218

El nivel de corriente demandado fue:

Hora	Corriente L12	Corriente L23	Corriente L31
11:02:17 287ms	107,422633	98,0828515	112,085492
12:02:17 287ms	53,0039202	46,9375187	51,9921364
13:02:17 287ms	0	0	0
14:02:17 287ms	68,3071348	54,6528528	65,9173043
15:02:17 287ms	104,557249	87,6589762	105,938673
16:02:17 287ms	85,7260201	78,1597096	82,5437586
17:02:17 287ms	58,5318723	52,4006508	58,0156098
18:02:17 287ms	11,26647	9,80028787	11,1889495
19:02:17 287ms	0	0	0
20:02:17 287ms	0	0	0
21:02:17 287ms	0	0	0
22:02:17 287ms	0	0	0
23:02:17 287ms	0	0	0
00:02:17 287ms	0	0	0
01:02:17 287ms	0	0	0
02:02:17 287ms	0	0	0
03:02:17 287ms	0	0	0
04:02:17 287ms	0	0	0
05:02:17 287ms	0	0	0

Hora	Corriente L12	Corriente L23	Corriente L31
06:02:17 287ms	0	0	0
07:02:17 287ms	0	0	0
08:02:17 287ms	21,341437	18,097935	21,1065795
09:02:17 287ms	52,3389518	47,1888595	52,6237452
10:02:17 287ms	92,3944641	82,2320766	89,1234796

Para el caso del banco de transformadores compuesto por 3 unidades de 25 KVA se encontró lo siguiente:

Niveles de tensión entre líneas¹⁴ es:

Tensión (V) L12	Tensión L23 (V)	Tensión L31 (V)
233,650	234,270	234,720

La potencia activa, reactiva, aparente y frecuencia medida se encontró de la siguiente manera para una medición con intervalo de 1 hora:

Hora	Frecuencia Media (Hz)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAr)	Potencia Aparente (kVA)
11:59:25 345ms	60,041	44,2075	27,74375	52,1921327
12:59:25 345ms	60,043	0,000	0,000	0,000
13:59:25 345ms	60,044	29,83375	18,52665	35,1182203
14:59:25 345ms	60,048	35,2463192	21,9159	41,5043334
15:59:25 345ms	60,041	32,33944	19,89408	37,9685896
16:59:25 345ms	60,057	33,30151	20,48316	39,0966803
17:59:25 345ms	60,048	7,0525	4,39735	8,31110361
18:59:25 345ms	60,041	0,000	0,000	0,000
19:59:25 345ms	60,025	0,000	0,000	0,000
20:59:25 345ms	60,041	0,000	0,000	0,000
21:59:25 345ms	60,088	0,000	0,000	0,000
22:59:25 345ms	60,067	0,000	0,000	0,000
23:59:25 345ms	60,045	0,000	0,000	0,000
00:59:25 345ms	60,076	0,000	0,000	0,000
01:59:25 345ms	60,080	0,000	0,000	0,000
02:59:25 345ms	60,098	0,000	0,000	0,000

¹⁴ Ver Anexo – Figura 45 – Voltaje suministrado en un día típico con intervalo de tiempo de 15 minutos

Hora	Frecuencia Media (Hz)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAr)	Potencia Aparente (kVA)
03:59:25 345ms	60,113	0,000	0,000	0,000
04:59:25 345ms	60,113	0,000	0,000	0,000
05:59:25 345ms	60,106	0,000	0,000	0,000
06:59:25 345ms	60,096	0,000	0,000	0,000
07:59:25 345ms	60,036	10,16226	6,2775	11,944812
08:59:25 345ms	60,074	35,68176	22,40982	42,1353537
09:59:25 345ms	60,071	34,4022	19,78725	39,6868571
10:59:25 345ms	60,080	21,483225	12,99466	25,1075715

El nivel de corriente demandado fue:

Hora	Corriente (A) L12	Corriente (A) L23	Corriente (A) L31
11:59:25 345ms	96,7252575	77,1754178	100,135696
12:59:25 345ms	0	0	0
13:59:25 345ms	61,539373	52,9638822	64,5960621
14:59:25 345ms	71,0748883	66,5709272	75,8856147
15:59:25 345ms	63,5451371	57,4491478	71,9063862
16:59:25 345ms	77,0490384	65,4380246	69,5681398
17:59:25 345ms	14,86793	12,7329475	15,1296952
18:59:25 345ms	0	0	0
19:59:25 345ms	0	0	0
20:59:25 345ms	0	0	0
21:59:25 345ms	0	0	0
22:59:25 345ms	0	0	0
23:59:25 345ms	0	0	0
00:59:25 345ms	0	0	0
01:59:25 345ms	0	0	0
02:59:25 345ms	0	0	0
03:59:25 345ms	0	0	0
04:59:25 345ms	0	0	0
05:59:25 345ms	0	0	0
06:59:25 345ms	0	0	0
07:59:25 345ms	20,8277754	18,3694457	22,17379
08:59:25 345ms	72,7913159	65,1530712	76,1436205
09:59:25 345ms	67,0915348	61,2337384	67,4253337
10:59:25 345ms	44,6965542	37,817941	42,818399

Cabe señalar que los valores expresados anteriormente de las mediciones realizadas en los bancos de transformadores de 3 unidades de 167 kVA y 25 kVA corresponden a valores promedios en periodos de una (1) hora, ya que el analizador de redes fue programado para realizar mediciones cada 15 minutos respectivamente.

3.8 Sistema de iluminación

El CJDB cuenta con una variedad de lámparas instaladas en cada una de sus áreas en donde se imparten clases, así como áreas administrativas, las que en su mayoría son Tubo T12 – 32 Watt, las que han venido sustituyendo a los anteriores bombillos incandescentes que se tenían instalados.

3.8.1 Carga de Iluminación instalada por área.

Existe una variedad de stock de lámparas instaladas además de bombillos tipo twister para un total de 301 lámparas con una potencia instalada aproximadamente de 32 kW, en la cual los bombillos twister corresponden al 1%, lámparas con tubo T12 corresponden al 73% y las lámparas con tubo T8 al 26 %, con lo cual vemos que la de tubo T12¹⁵ son las más utilizadas, seguido por lámparas tubo T8 todas estas con balastros electromagnéticos.

Además se encontraron áreas con luminarias tipo doble las que solo presentaban 1 bulbo de lámpara y en otras existía el bulbo pero este no funcionaban.

En la siguiente tabla se muestra el censo de carga de iluminación realizado por área, además se muestra la potencia de cada una de las lámparas así como la potencia total por área:

Tipo Lámpara	Area	Cantidad de Bulbo	Cantidad de Lámparas	Potencia Lámpara (W)	Potencia Total (kW)
T12	Fresa	2	6	32	0.44
T12	Torno	2	6	32	0.44
T12	Producción	2	5	59	0.64
T12	Carpintería	2	13	59	1.66
T8	Pasillo Carpintería y baños	2	6	32	0.44
T12	Cocina	2	8	32	0.59
T12	Electricidad Industrial	2	12	40	1.08
T12	Dibujo	2	7	32	0.52

¹⁵ Ver Anexo 1 –Figura 41 - % Stock de Lámparas

Tipo Lámpara	Area	Cantidad de Bulbo	Cantidad de Lámparas	Potencia Lámpara (W)	Potencia Total (kW)
	Dibujo	3	3	18	0.16
T12	Soldadura	2	12	32	0.89
T8	Imprenta	2	28	32	2.07
T8	Encuadernación	2	11	32	0.81
T8	Encuadernación	2	11	75	1.76
T12	Encuadernación	2	5	40	0.45
T12	Panadería	2	7	32	0.52
	Panadería	1	6	18	0.11
T8	Bordado	2	36	32	2.66
T12	Laboratorios de Computación	2	12	32	0.89
T8	Laboratorios de Computación	2	6	40	0.54
T12	Administración	4	9	32	1.24
T12	Administración	4	2	40	0.34
Twister	Administración	1	1	18	0.02
T12	Laboratorio de Maestros	2	6	32	0.44
T12	Gimnasio	2	6	36	0.49
T12	Automotriz	2	19	18	0.87
T12	Automotriz	2	5	59	0.64
T12	Automotriz	2	8	40	0.72
T12	Automotriz	4	4	18	0.33
T12	Teatro	4	41	59	10.09
TOTAL					31.874

Tabla 12. Censo de carga Iluminación.

Actualmente se tiene una potencia total instalada en iluminación aproximada de 31.74 kW, las que mensualmente poseen un consumo mensual aproximado de 5,816 kWh que corresponde al 8% de la energía consumida en el CJDB.

En este sector el consumo está íntimamente relacionado con los hábitos que tienen los empleados y/o usuarios de cada una de las áreas en el uso de los equipos. En la mayoría de los casos va acompañado de la falta de conocimiento en el uso correcto de los equipos eléctricos.

3.8.2. Mediciones del nivel de iluminación.

El sistema de Iluminación interior del CJDB consiste en un stock mayoritario de 291 lámpara tipo T12 y T8 en presentaciones de 59, 32, 36, 40 y 75 Watt y 37 lámpara fluorescentes compactas de 18 Watt, teniendo un consumo estimado mensual de 5,816 kWh esto en base a los horarios de uso que se tienen en cada área los que se obtuvieron a través de entrevistas con personal de mantenimiento y maestros del CJDB.

Entre las actividades desarrolladas se realizó medición del nivel de iluminación de cada área del CJDB, en donde estas se las mediciones de niveles iluminación en cada área de estudio fueron realizadas durante la noche, evitando así la influencia que pudiera tener la luz natural en las mediciones.

Se realizaron mediciones en cada una de las áreas del CJDB en donde se midió el nivel de iluminación a través del luxómetro en el plano vertical, así como en el plano horizontal, obteniéndose 3 valores los que se compararon con tabla Encontrándose que el nivel de iluminación actual es el necesario para cada una de las áreas en estudio, para una gama de actividades de trabajo, a fin de comparar los niveles medidos con los niveles recomendados¹⁶ medición de iluminación realizado luxómetro en donde se encontró, que algunas áreas no cumplen con el nivel de iluminación recomendado, a continuación se presenta el detalle de iluminación encontrado en cada área y lo recomendado:

Área	Lux Encontrados			Lux Recomendados
	1	2	3	
Sala de Maestros	310	305	300	300
Pasillo	160	170	165	150
Laboratorio computación 1	210	216	209	200
Laboratorio computación 2	201	202	225	200
Laboratorio computación 4	212	208	198	200
Laboratorio computación 5	210	213	198	200
Laboratorio computación 7	207	229	224	200
Ebanistería	756	760	748	750
Torno	310	305	315	300
Oficina de secretaria del padre director	512	518	520	500
Oficina de contabilidad	291	302	305	300

¹⁶ Ver Anexo . Imagen 42, 43 y 44 . Tabla de niveles de iluminación – Fragmento Informe #29 Internacional comisión on Iluminación Libro Instalaciones eléctricas N. Bratu..

Área	Lux Encontrados			Lux Recomendados
	1	2	3	
Oficina del director	327	318	306	300
Oficina de proyecto	309	303	339	300
Caja	98	105	108	100
Recepción	161	180	175	150
Pasillo	117	112	104	100
Area de secretaria academia	276	273	265	250
Oficina de jóvenes y desarrollo	202	243	182	200
Area de estudiantes	510	498	506	500
Bodega área educativa	152	163	182	150
Aulas de 2º piso	302	299	315	300
Aulas de 2º piso	312	302	307	300
Aulas de 2º piso	318	320	305	300
Automotriz	498	510	512	500
Automotriz	502	504	504	500
Automotriz	561	502	500	500
Area de ingles	316	350	319	300
Area de profesores	320	315	301	300
Area de torno	315	312	317	300
Psicología	303	308	310	300
Gimnasio	301	298	315	300
Oficina de intervención laboral	308	315	301	300
Fresa	507	502	502	500
Belleza	314	306	307	300
Electricidad Industrial	305	305	302	300
Producción de bordado	517	507	515	500
Impresión	504	503	509	500
Diseño Bordado e impresión	505	514	503	500
Oficina de Bordado	308	303	309	300
Teatro	112	115	110	100
Asistente administrativo	302	318	315	300
Panadería	306	308	319	300
Carpintería	500	513	516	500

Tabla 13. Valores de medición de Iluminación por área.

Se encontró que el nivel de iluminación es el adecuado, además observo que la instalación no se realizó conforme lo especifica la norma técnicas de instalación ya que muchas de las luminarias no se encuentran aterrizadas, no cumplen con el código de colores para líneas vivas y neutros, en

algunos casos los interruptores no se instalaron en las líneas vivas, ya que se encontraron interruptores en la línea de neutro.

Es muy importante indicar que no existe un plan de mantenimiento para las instalaciones lo que ha provocado el daño de 5 balastros y 7 tubos T12 de 40 W; además que la suciedad (polvo, grasa, entre otros) ha incidido en la disminución en el nivel de iluminación de muchas de las lámparas instaladas, por lo que se recomienda establecer un plan de mantenimiento preventivo, eliminando así el gasto que conlleva el remplazo y/o sustitución de lámparas.

La iluminación es complementada con luz natural, ya que en muchas de las áreas poseen portones los que en todo el día horas en el horario es que se imparten clases permanecen abiertos.

3.9 Sistema de Climatización

El sistema de climatización en el CJDB, está compuesto por 9 unidades de 12,000 BTU, 6 unidades de 18,000 BTU y 2 unidades centrales de 36,000 BTU que alimenta a las áreas administrativas, laboratorios de computación y de imprenta, cada unidad trabajan volumen de aire variable y es usada exclusivamente para el confort. De las cuales se encontró en mal estado:

1. 1 Unidad de 12,000 BTU la cual se encuentra en el área del Taller Automotriz.
2. 1 Unidad de 18,000 BTU la cual se encuentra en el área de administración.
3. 1. Unidad de 36,000 BTU la cual se encuentra en el área de panadería.

3.9.1 Consumo de Energía Eléctrica del sistema de Aire acondicionado

El consumo detallado del sistema de aire acondicionado se puede estimar en base a las características técnicas de los equipos, el horario de uso y la carga que opera normalmente, entre otros. A continuación se presenta la descripción de unidades de aire acondicionado:

Área de Ubicación	Cantidad de Equipos	BTU	Potencia (W)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Factor de potencia	fases	Horas Uso/Mes
Unidad central Panadería	1	42000	3200	240	14.54	0.52	3	176
Aire acondicionado de Laboratorio 1 sala de computación.	1	12000	1250	240	7.5	0.69	2	176
Aire acondicionado de Laboratorio 2 sala de computación.	1	18000	2040	240	9.6	0.88	2	176
Aire acondicionado de Laboratorio 3 sala de computación.	1	18000	2040	240	9.6	0.88	2	176
Aire acondicionado de Laboratorio 4 sala de computación.	3	12000	1250	240	7.8	0.66	2	176
Aire acondicionado de Administración 1	1	12000	1250	240	7.5	0.69	2	176
Aire acondicionado de Administración 2	1	18000	2040	240	9.6	0.88	2	176
Aire acondicionado de Administración 3	2	12000	1250	240	7.5	0.69	2	176
Aire acondicionado de Administración 4	1	12000	1250	240	7.4	0.70	2	176
Aire acondicionado de taller automotriz 1.	1	12000	1250	240	7.5	0.69	2	176
Aire acondicionado de oficina automotriz 1.	1	12000	1250	240	7.5	0.69	2	176
Aire acondicionado de oficina automotriz 2.	1	12000	1250	240	7.7	0.67	2	176
Aire acondicionado de coordinación estudiantil.	1	12000	1250	240	7.9	0.65	2	176

El sistema de climatización existente contribuye con un 25% aproximado del consumo total que posee el CJDB, con una potencia instalada de 21 kW.

Se encontró en muchas de las áreas se encontraban artefactos como cafeteras las que aumentan la temperatura provocando que la unidad de aire acondicionado trabaje más de lo necesario. Además en horas de almuerzo no se desconectaba las unidades haciendo trabajar estas innecesariamente.

Se notó que algunas ocasiones cuando se enciende el equipo de aire acondicionado, se ajustaba el termostato a una temperatura inferior a la deseada ($16^{\circ}\text{C} - 18^{\circ}\text{C}$), creyendo que al hacer esto el sitio se enfriaría más rápido lo cual es incorrecto ya que esto genera un gasto innecesario de consumo eléctrico.

En las entrevistas que se realizó a personal técnico que labora en el CJDB, se encontró que a las unidades de aire acondicionado no se le está brindando el mantenimiento preventivo adecuado ya que el mantenimiento que se realiza a las distintas unidades de aire acondicionado es correctivo el cual lo realiza una empresa contratista la cual es llamada solo cuando se presentan desperfectos de funcionamiento en las unidades.

3.10 Resultados Obtenidos

La realización de esta fase de diagnóstico nos permitió conocer que la tarifa de facturación eléctrica actual del CJDB es la más acertada debido a que su consumo se encuentra en rangos de 48 kW a 95 kW por lo cual se tiene una potencia contratada de 100 kW, siendo su tarifa la T4D sin medición horaria estacional la cual es asignada a clientes con una carga contratada de 25 kW a 200 kW la en general a talleres, fabricas entre otros.

En la realización del levantamiento de carga se obtuvo que el CJDB cuenta con una carga eléctrica variada, agrupándose por rubro se tiene que las maquinas eléctricas (motores, compresores, soldadores, hornos entre otros) corresponden al 53% de la carga total instalada, seguido de las unidades de aire acondicionado don un 25%, iluminación con 14% y equipos ofimáticos y otros(cafeteras, radios, entre otros) con 8%, para un consumo anual registrado en el año 2011 de 132,000 kWh/año.

Se realizaron encuestas e inspecciones visuales con la cual se determina que gran parte de las instalaciones internas se encuentran en mal estado, lo cual en gran medida es ocasionado por la falta de mantenimiento que se le brinda a las instalaciones eléctricas, así como la violación de normas técnicas establecidas en el Código de Instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN), aumentando el riesgo de electrocución accidental del personal, estudiantes y público en general los cuales visitan a diario el CJDB y que circulan libremente por este.

Entre la violaciones al CIEN se encuentra que no fue aplicado lo que indican los artículos:

200-2 Disposiciones generales, 200-3 Conexión al sistema puesto a tierra. 210-5 Código de colores para circuitos derivados, 210-7 Tomacorrientes y enchufes inciso (a), (b) y (c), 210-8 Interruptor contra fallas a tierra (ICFT) para protección de las personas en lugares donde exista acceso directo a alta incidencia de humedad, 215-6 Medios de puesta a tierra para alimentador.

Además existen recalentamientos en conductores, calibres inadecuados, ausencia de puestas a tierra de instalaciones; lo que conlleva a tener pérdidas de energía por mal estado de instalaciones¹⁷ por lo que se recomienda el realizar una mejora de las instalaciones que permita tener seguridad en las instalaciones y proteger sus equipos.

Se encontraron equipos de refrigeración dañados¹⁸ en su superficie lo que conlleva a un deterioro en su aislamiento (estructura metálica, caucho), provocando un mayor gasto de energía, además se encontraron equipos que están siendo sub-utilizados ya que se encontraron operando y vacíos en su interior.

Se descubrió que no se respetó normas de códigos de colores¹⁹, no se aterrizaron debidamente seccionadores del área de torno y fresa²⁰, además se encontró empalmes en conductores dentro de los seccionadores de torno y fresa²¹.

La medición de parámetros eléctricos realizada muestra que la magnitud de los parámetros eléctricos se encuentra entre los rangos permitidos, esto por medio del Analizador de redes FLUKE 434 el cual fue instalado en la acometida de baja tensión de cada banco de transformación.

¹⁷ Ver Anexo Figura 46 y 47

¹⁸ Ver Anexo Figura 48

¹⁹ Ver Anexo Figura 49

²⁰ Ver Anexo Figura 50

²¹ Ver Anexo Figura 51 y 52

Capítulo 4

Elaboración de Propuestas

4.1 Elaboración de propuestas

Basado en la información técnica recopilada de la situación actual del sistema eléctrico del CJDB, se procede al análisis de esta con la finalidad de elaborar propuestas de mejora considerando los consumos actuales; las alternativas presentadas se encuentran dirigidas a generar ahorro de energía eléctrica en iluminación y climatización. Por tanto presentamos dos alternativas de ahorro de energía eléctrica, la primera con inversión económica y la segunda sin inversión económica.

4.2 Planteamiento de alternativas o propuestas de mejora

Como base se utiliza la información obtenida en los levantamientos de carga realizada así como en las entrevistas efectuadas a personal del CJDB y el análisis de las mismas; a partir de esto se crea un listado de recomendaciones o propuestas de mejora orientada a aumentar la eficiencia energética de los sistemas.

Es importante recordar que desde el momento en que se realiza la instalación de un sistema eléctrico, y durante toda su explotación, se deben aplicar medidas para mejorar su eficiencia energética. Para ello es recomendable aplicar un ciclo²² de mejora continuo de gestión energética.

Para poder lograr esto es necesario se establezca para el caso concreto de las instalaciones eléctricas, una política energética la cual se base en maximizar su eficiencia, lo que implicará llevar a cabo una serie de acciones para cada uno de los procesos principales.

Para llevar a cabo estas acciones es necesario la creación de un Comité de Eficiencia Energética (CEE), el cual es un grupo de empleados del centro los que se encargaran de llevar a cabo las actividades administrativas y técnicas que permitan reducir continuamente el consumo de energía eléctrica en el CJDB e impulsar y supervisar los programas educativos, de concientización, acciones concretas y proyectos que permitan a mediano y largo plazo establecer una cultura de uso racional de los recursos energéticos sostenible.

En este comité es posible se puedan integrar alumnos del CJDB, lo que pueden servir de apoyo en la realización de campañas educativas, en donde se promulgue las cultura del ahorro de energía.

La implementación de una estructura como esta radica en que se reduciría la facturación de energía eléctrica, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, asociadas al consumo de energía eléctrica y combustibles, y contribuir a la mitigación del cambio climático, además de

²² Ver Anexo – Figura 52.

impulsar una cultura la que paulatinamente sea adoptada por los empleados y estudiantes y que podrá ser aplicada en sus hogares y luego a todos los sectores de la vida nacional.

Entre los objetivos de los comité esta:

- Educación y Sensibilización: De los trabajadores sobre la necesidad de ahorrar energía en nuestros lugares de trabajo, hogares, así como los conocimientos necesarios para realizar acciones concretas en la reducción de los consumos de energía.
- Recopilación de información: Recopilar la información de la institución necesaria para establecer una línea base del consumo de energía de la institución. Dicha línea base sería el punto de partida para elaborar planes de acción que busquen reducir los consumos y costos de la electricidad y los combustibles en la institución.
- Planeación: Elaborar planes de acción que busquen atacar todos los aspectos de la eficiencia energética, tanto culturales como técnicos, a modo que la institución adquiera capacidad de administrar sus recursos energéticos y pueda continuamente reducir los mismos.
- Implementación: De la ejecución de los planes de acción, a modo de tomar medidas correctivas que permitan maximizar su eficacia.
- Monitoreo: De los consumos y costos de electricidad y combustibles de la institución, mediante la obtención y análisis de las facturas de consumo, a modo de tomar elementos para evaluar la efectividad de los planes de acción.
- Evaluación: De los planes de acción, a modo de reformular nuevos planes de acción que busquen dar continuidad a los logros obtenidos y se permita extender los alcances de los mismos.

Cabe señalar que la eficiencia energética consiste en consumir menos energía eléctrica realizando el mismo proceso de producción.

4.3 Análisis económico.

Luego de haber realizado el análisis de la información mostrada con anterioridad, se procede a realizar el análisis económico de las mejoras que se recomienda realicen para generar un ahorro en la factura eléctrica y eficiencia de los equipos eléctricos.

La energía eléctrica consumida para el año 2011, en donde se tuvo un consumo de energía aproximado de 132,400 kWh se puede reducir considerablemente al aplicar las propuestas de mejora que se muestran a continuación:

4.3.1 Iluminación.

Como se mencionó en el capítulo 3 el CJDB posee una potencia total instalada en iluminación con un aproximado de 31.74 kW, consumiendo aproximadamente 5,816 kWh, lo cual corresponde al 8% de la energía total que es facturada mensualmente.

Por lo que, como una posible medida para la reducción de este se recomienda realizar la sustitución de lámparas tipo T12 por lámparas de tipo T5, la cual es una lámpara fluorescente de 5/8 de pulgada de diámetro, la “T” representa la forma de la lámpara y el número los octavos de pulgada del tubo, los watt de consumo de estas lámparas denominadas high-output T5 (T5 HO) están disponibles en 28, 35, 54, 14 y 80 watts, respecto a su vida útil se estima que posean una vida útil de 15 000 horas con una pérdida de luminosidad de solo 20% lo cual puede traducirse en un poco más de 3 años en un periodo de 12 horas.

Para encender estas lámparas es necesario usar balastro especialmente diseñadas para ellos ya que operan óptimamente a frecuencias de 20 kilo Hertz que por lo general solo se consiguen con balastros electrónicos, algunas balastros para tubos T8 son capaces de encenderlas sin embargo siempre es preferible para obtener el mejor desempeño usar balastros especialmente diseñadas para ellos.

Otro dato importante a tomar en cuenta al diseñar una iluminación basada en tubos T5 es que estos están diseñados para funcionar óptimamente a una temperatura ambiental de 35 grados centígrados en comparación con los T8 que se diseñaron para funcionar óptimamente a 25 grados

Una vez analizado las ventajas que posee este tipo de tecnología contra las que actualmente se encuentran instaladas se procedió a realizar el análisis económico que se muestra a continuación:

Lámparas Tipo T12 y T8			
COSTOS			
Cantidad.	Tipo	Costo/Lámpara (US\$)	Total (US\$)
156	2*32	0	0
34	2*59	0	0
41	4*70	0	0
31	2*40	0	0
1	3*18	0	0
2	1*18	0	0
18	2*18	0	0
COSTO TOTAL			0

Tabla 15. Luminarias actuales

Las que poseen un consumo actual de:

Sistema actual	
Costo de energía consumida al año	
kWh año	Costo Anual(US\$)
69776.16	17752.99

Lámparas actualmente existentes por lo que el costo / lumen es \$ 0.00, las que se proponen se remplacen por lámparas tipo T5 en potencias de 14 W, 28 W, 35 W y 54 W (ver tabla 16).

Lámparas TIPO T5			
Costos			
Cantidad.	Tipo	Costo/Lámpara (US\$)	Total (US\$)
156	2*28	9.90	1549.50
65	2*35	13	845
41	4*54	28.30	1161.10
1	3*14	15	15
2	1*14	5	10
18	2*14	10	180
Costo Total			3760.60

Tabla 16. Lámparas T5 propuestas.

Al sustituir las lámparas T12 actuales por T5 se tendrá un consumo aproximado de:

Lámparas T5	
Costo de energía consumida al año	
kWh año	Costo Anual(\$)
47582.88	12106.40

Obteniéndose un ahorro de:

Ahorro anual por iluminación (kWh)	5646.58
---------------------------------------	---------

Con una inversión aproximada de:

Inversión del proyecto	3760.60
Periodo de recuperación de la inversión (meses)	7.99

4.3.2 Climatización.

Para el análisis económico de climatización se plantean dos alternativas, la primera alternativa a la que denominamos alternativa si costo consiste en regular la temperatura de las unidades de aire acondicionado de 18°C que se encontró a 24°C lo cual es una temperatura confortable.

Actualmente se tiene un consumo anual de 51,368 kWh.

Sistema actual (20°C)	
Costo de energía consumida al año	
kWh año	Costo anual(US\$)
51363.84	13068.39

Si se realiza esta medida de regulación de la temperatura de operación de las unidades de aire acondicionado a 24°C tendríamos un ahorro de 8,218 kWh/año lo que significaría un ahorro monetario de US\$ 2,090 al año:

Sistema propuesto (24°C)	
Costo de energía consumida al año	
kWh año	costo anual(US\$)
43145.62	10977.44

Lo que generaría un ahorro de energía aproximado de 8,218 kWh, lo cual no tendría costo económico ha como se muestra a continuación:

Ahorro anual por unidades de aire acondicionado (kWh)	8218.21
Inversión del proyecto	0.0
Ahorro anual por climatización (US\$)	2090.94

La segunda propuesta que se plantea es la de sustitución de las unidades de aire acondicionado por unidades de mayor eficiencia.

Unidades de aire acondicionado actuales			
Costos			
Cantidad	Potencia (BTU)	Costo (\$)	Total (\$)
1	40000	0	0
12	12000	0	0
3	18000	0	0
Costo total			0

Unidades de aire acondicionado propuestas a remplazar			
Costos			
Cantidad	Potencia (BTU)	Costo (\$)	Total (\$)
1	40000	0.0	0.0
12	12000	489.95	5879.40
3	18000	0.0	0.0
Costo total			5879

Comparación de consumo de energía eléctrica (kWh):

Unidades de aire acondicionado actuales		Unidades de aire acondicionado propuestas a remplazar	
Costos		Costos	
kWh año	Costo anual(US\$)	kWh año	Costo anual(US\$)
51363.84	13068.39	46295.04	11778.74

Obteniendo un ahorro aproximado de:

Ahorro anual por unidades de aire acondicionado (US\$)	1289.64
Costo aproximado por la venta de las unidades de aire acondicionado anteriores (US\$)	2400
Ahorro por uso del aire acondicionado a una temperatura de 24°C (US\$)	1884.59
Ahorro total (US\$)	5574.24
Inversión (US\$)	5879.4
Periodo de recuperación de la inversión (meses)	12.65

Conclusiones

El CJDB no cuenta con personal técnico que se encargue de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones eléctricas del centro.

El estado físico de la instalación eléctrica en los talleres de fresa, torno y soldadura no cumplen con las normas técnicas y de seguridad lo cual puede provocar accidentes eléctricos por contactos directos o indirectos de las personas frecuentan estos talleres.

Los niveles de tensión encontrados en paneles eléctricos y cuchillas seccionadoras se encuentran en el rango permitido y no se cumple con el código de colores, muchos de ellos no están conectados a tierra.

Se proponen dos alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica, una invirtiendo en la adquisición de equipos y dispositivos de alta eficiencia y la segunda en aplicar medidas para el uso eficiente de los equipos y sistemas ya existentes.

El Centro Juvenil Don Bosco dispone de grandes posibilidades de ahorro de energía eléctrica, al aplicar las medidas sugeridas en la presente auditoria eléctrica.

Recomendaciones

Las recomendaciones planteadas se determinaron en base a los hallazgos encontrados en el desarrollo de este trabajo, identificándose una serie de inconvenientes que provocan deficiencia en el funcionamiento de los equipos eléctricos y se enlistan a continuación:

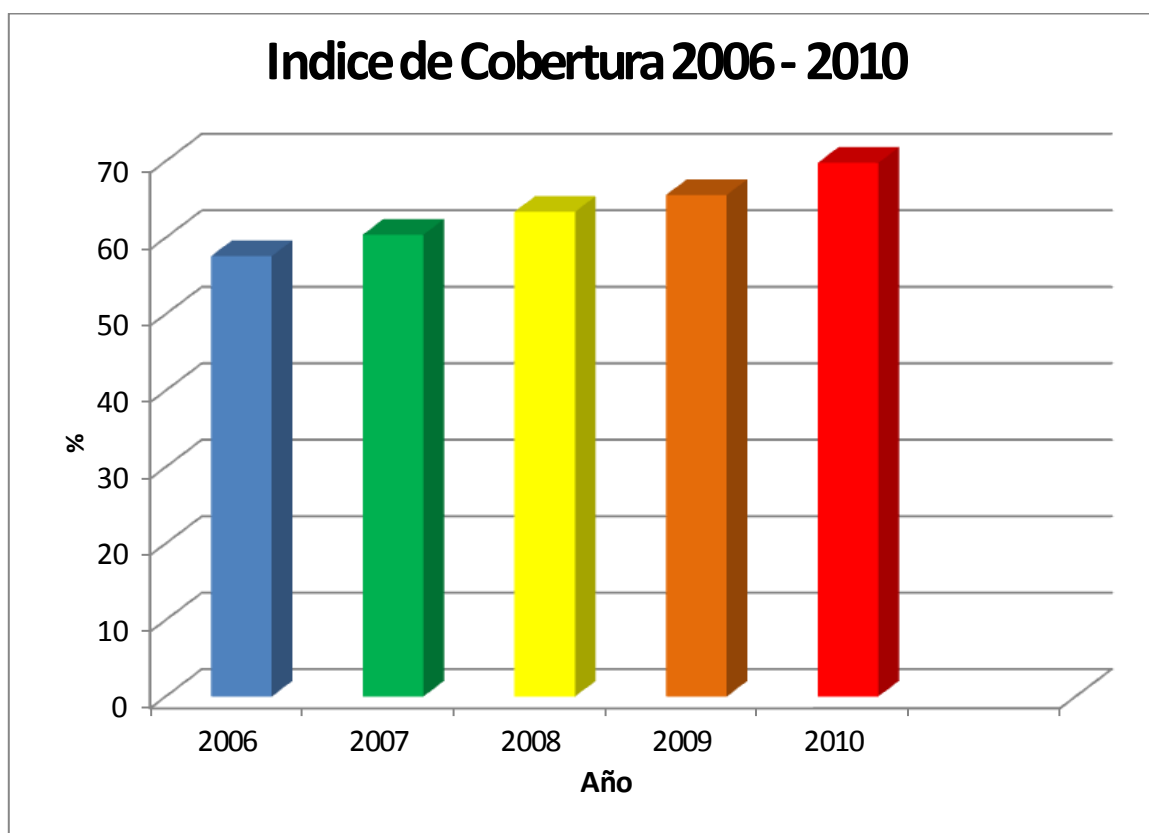
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a las lámparas tales como sustitución de lámparas, limpieza, cambio de balastos electromagnéticos por balastos electrónicos.
- Efectuar inspecciones con el fin de identificar aquellos puntos del sistema eléctrico que no cumplen con el Código de instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN).
- Establecer plan de adquisición de tecnología de alta eficiencia para climatización y iluminación.
- Realizar un plan de Gestión y eficiencia de Energía, conformando un área o departamento encargado de las actividades de mantenimientos eléctricos, en sus fases de diseño de sistemas eléctricos, operación, mantenimiento y manejo de costos, mejorando el funcionamiento eficaz y eficiente del sistema y equipos instalados.

Bibliografía

1. G. Selva y A. Umaña, Administración de la Energía (1ª. Edición; Centroamérica: Editorial Educa, 1988).
2. Catalogo Luminarias Sylvania (Catalogo Año 2011).
3. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE): Guía para Auditorías Energéticas, Habana - Cuba, 1999
4. BRATU, N. Y CAMPERO, E. (1990). "Instalaciones Eléctricas, Conceptos Básicos y Diseño. Segunda Edición.
5. Instituto Nicaragüense de Energía (1996). CODIGO DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE NICARAGUA (CIEN). Managua, Nicaragua.
6. Instituto Tecnológico de Canarias S.A (Septiembre 2003). CODIGO DE INSTALACIÓN Guía metodológica para la realización de. Canarias.
7. Soluciones Eficiencia Energética (2013). Recuperado el 10 Febrero de 2012 de <http://soluciones-eficiencia-energetica.blogspot.com/>.
8. Uso eficiente de la energía Marzo (2009). Recuperado el 18 de Enero de 2012 de http://crea.uclm.es/crea2/sp/actividades/documentos/Auditorias_en.pdf
9. Asociación para la Investigación y Diagnósis de la Energía (2003). Manual de Auditorias Eléctricas. Recuperado de <http://www.euresp-plus.net/sites/default/files/resource/Manual%20de%20auditor%C3%ADas%20energ%C3%A9ticas.pdf>

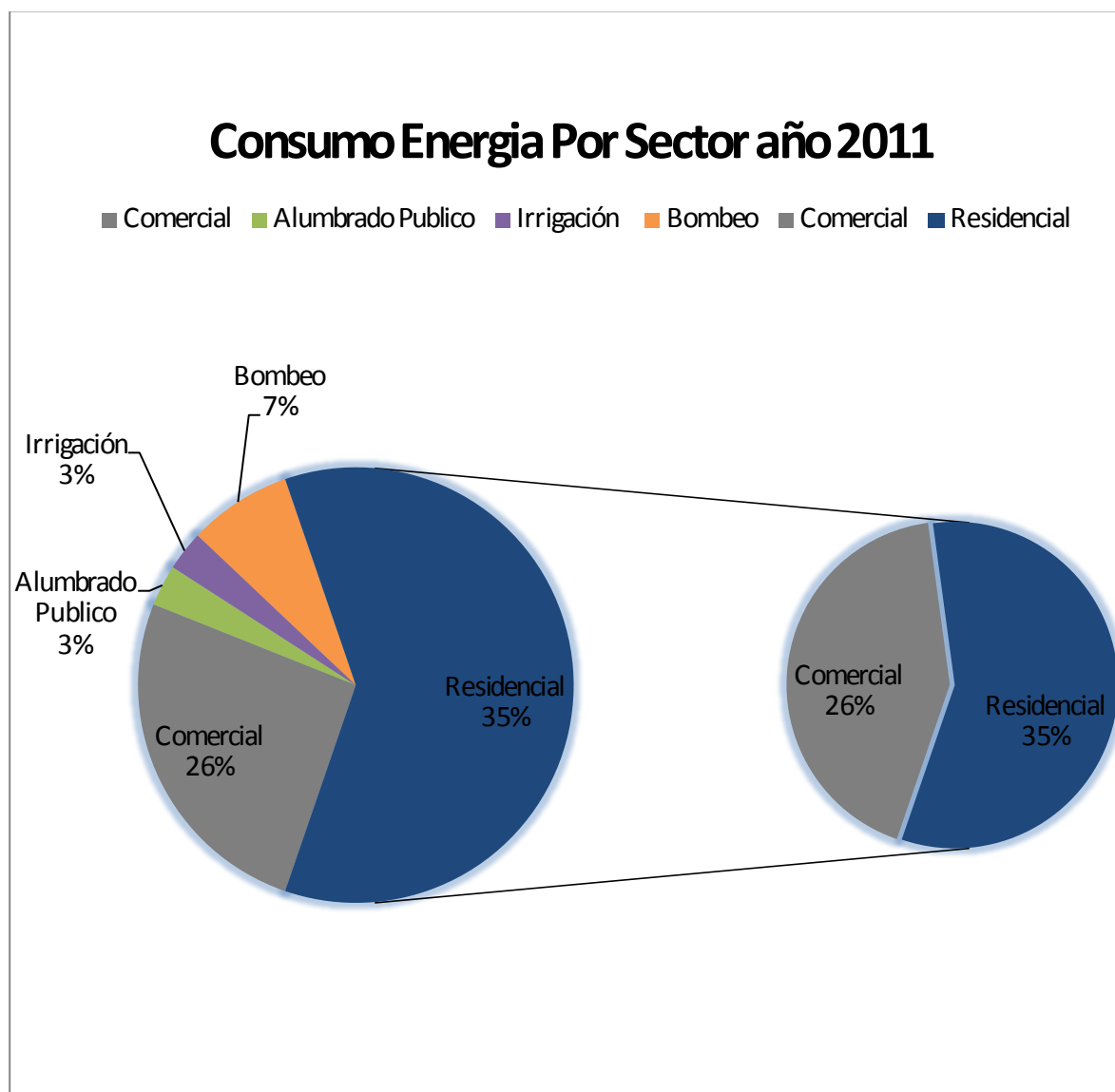
ANEXO

Figura 1.



*Índice de cobertura año 2006–2010.
Fuente: Ministerio de Energía y Minas.*

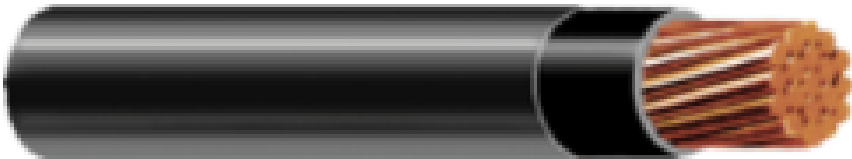
Figura 2



*Consumo de Energía por sector año 2011.
Fuente: Instituto Nicaragüense de Energía (INE)*

Figura 3

Conductor Eléctrico Tipo THHN.

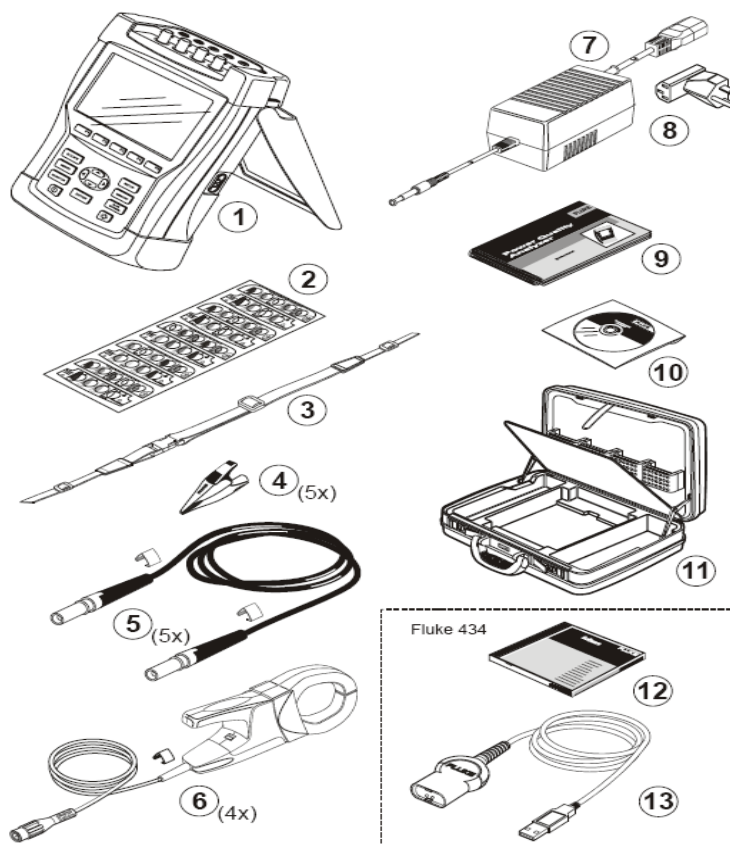


CABLE THWN/THHN 600 V.

Código	Calibre (AWG/ kCM)	Conductor		Espesor nominal del aislamiento / nylon (mm)	Diámetro exterior aprox. (mm)	Peso (kg/km)
		Número de hilos	Area (mm ²)			
1101140	14	19	2.082	0.38/0.10	2.9	3
1101120	12	19	3.307	0.38/0.10	3.4	4
1101100	10	19	5.260	0.51/0.10	4.3	6
1101080	8	19	8.367	0.76/0.13	5.7	10
1101060	6	19	13.300	0.76/0.13	6.7	15
1101040	4	19	21.150	1.02/0.15	8.5	24
1101020	2	19	33.620	1.02/0.15	10.1	36
1101110	1/0	19	53.480	1.27/0.18	12.7	56
1101210	2/0	19	67.430	1.27/0.18	13.9	70
1101310	3/0	19	85.010	1.27/0.18	15.2	87
1101410	4/0	19	107.200	1.27/0.18	16.7	108
1102510	250	37	126.700	1.52/0.20	18.5	128
1103010	300	37	152.000	1.52/0.20	19.9	152
1103510	350	37	177.300	1.52/0.20	21.3	177
1104010	400	37	202.700	1.52/0.20	22.5	201
1105010	500	37	253.400	1.52/0.20	24.7	249

Nota: Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias de manufactura.
Estos códigos de artículos corresponden a conductores con aislamiento de color negro.

Figura 4



Analizador de Redes FLUKE 434 y accesorios.

Figura 5

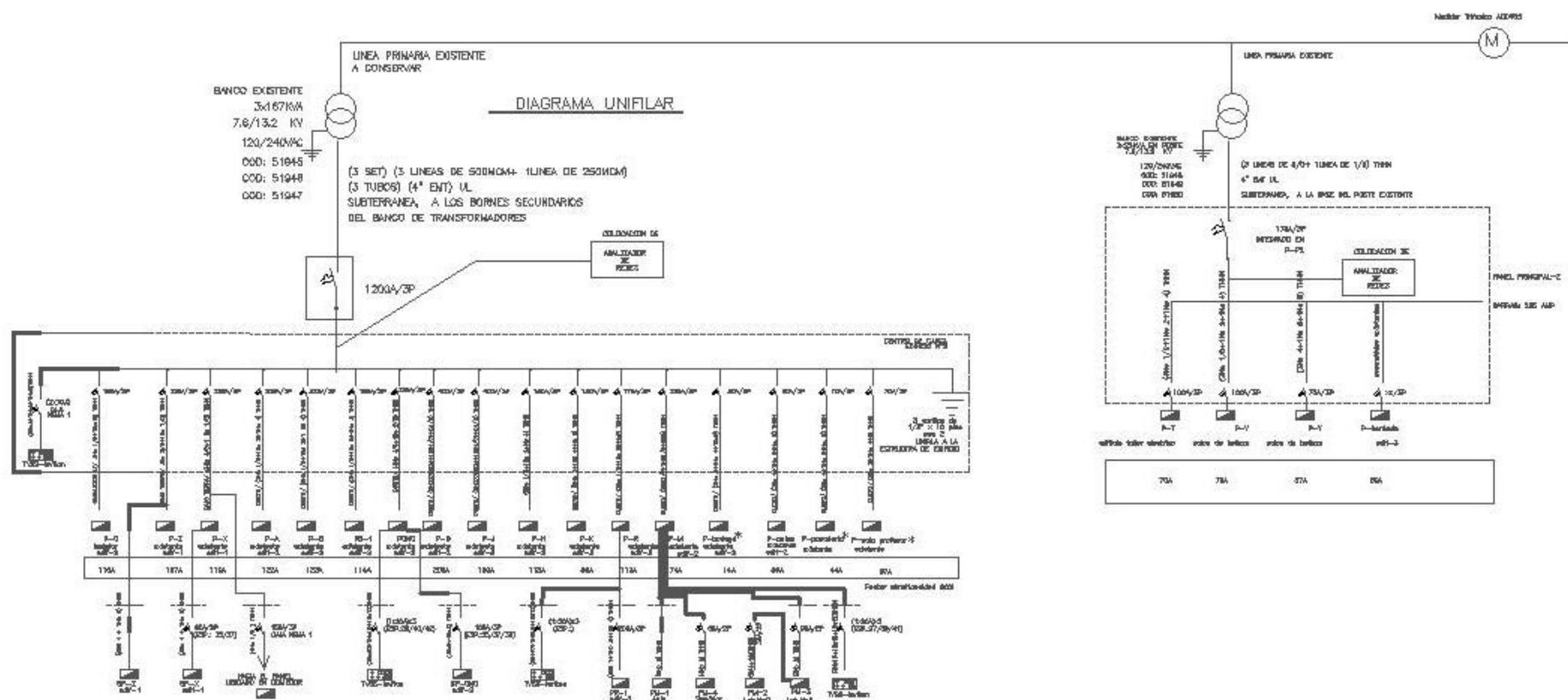
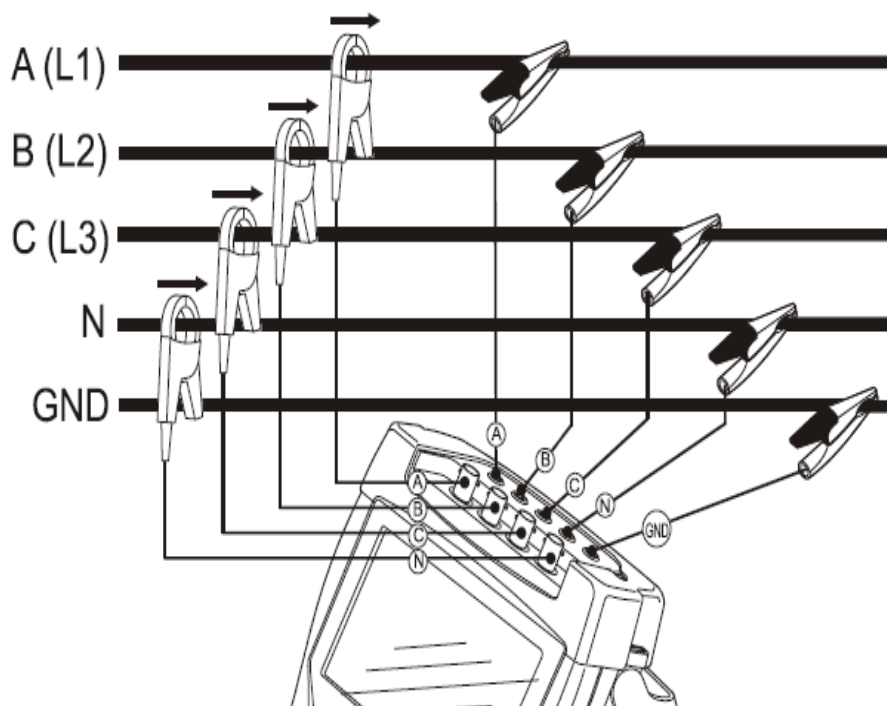


Diagrama Unifilar del sistema eléctrico del CJDB y conexión del Analizador de Redes

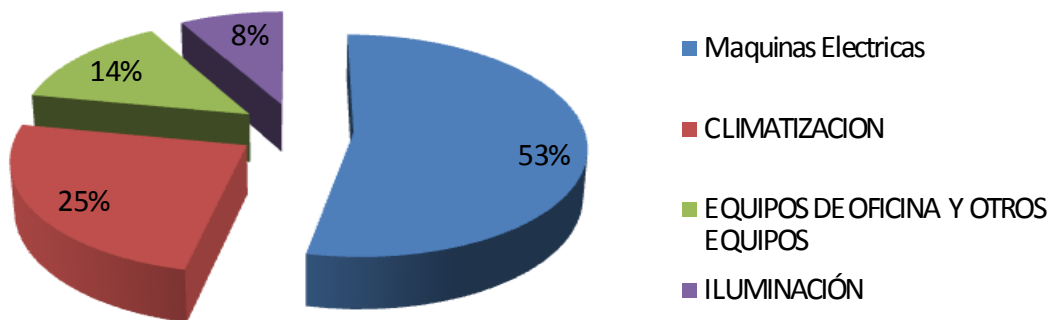
Figura 6



Conexión del Analizador de redes al sistema trifásico.

Figura 7

Estimacion de consumo de kWh Anuales por Rubro



Estimación de consumo de kWh consumida por rubro.

Figura 8

PANEL ELECTRICO										SERVICIO:		3 FASE, 120/240 VAC, 4 WIRE, N/S, B/T		ALIMENTACION:		(4No.1/0 + No.2) THHN DUCTO									
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION 42 ESPACIOS, SUPERFICAL MAIN BREAKER										CAP. DE BARRAS:		150 AMP		INTERRUPTOR PRINCIPAL:		3 POLOS X 150 AMP PB424CC225		ATERRAMIENTO: AWG 4							
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE		TUBERIA		INTERRUPTOR		CARGA(A)			CARGA(A)			INTERRUPTOR		TUBERIA		ALAMBRE		DESCRIPCION	N° CTO.				
		CANT.	TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R	S	T	T	S	R	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.	TIPO	CANT.				
1	ILUMINACION IMPRENTA			12			1	20															EXTRAC. DE MAQ. ABCDICC	2	
3																							EXTRAC. DE MAQ. ABCDICC	4	
5	ILUMINACION IMPRENTA	4	TGP	12		DUCTO	2	40								1	EMT	3/4"	12	THHN	3		EXTRAC. DE MAQ. ABCDICC	6	
7																									
9																								8	
11	QUEMADOR DE PLANCHA	4	TGP	10		DUCTO	2	40	9.94														FOTOMECAN. CAMARA	10	
13										9.94															
15														6.4									MINERVA #1	14	
17	TOMACORRIENTE	4	TGP	10		DUCTO	1	20						6.4										16	
19	ILUM. DE FOTOMECANICA	4	TGP	10		DUCTO	1	20																18	
21																							LINOTIPO	20	
23	TOMAC. DE OFICINA	4	TGP	10		DUCTO	1	20																22	
25																								24	
27	MINERVA #2	4	TGP	10		DUCTO	3	20	6.4					75										PRENSA HOHNER	26
29										6.4															
31											6.4													30	
33	MAQUINA SORM	4	TGP	10		DUCTO	3	70	43.3						20	1	DUCTO		10	TGP	4		ILUM. AREA DE DOBLADO	32	
35										43.3															
37											43.3					20	1	DUCTO		10	TGP	4	EXTRACTOR #46	36	
39	ILUMI. DE GUILLOTINA	4	TGP	10		DUCTO	2	30																38	
41																								40	
																								42	

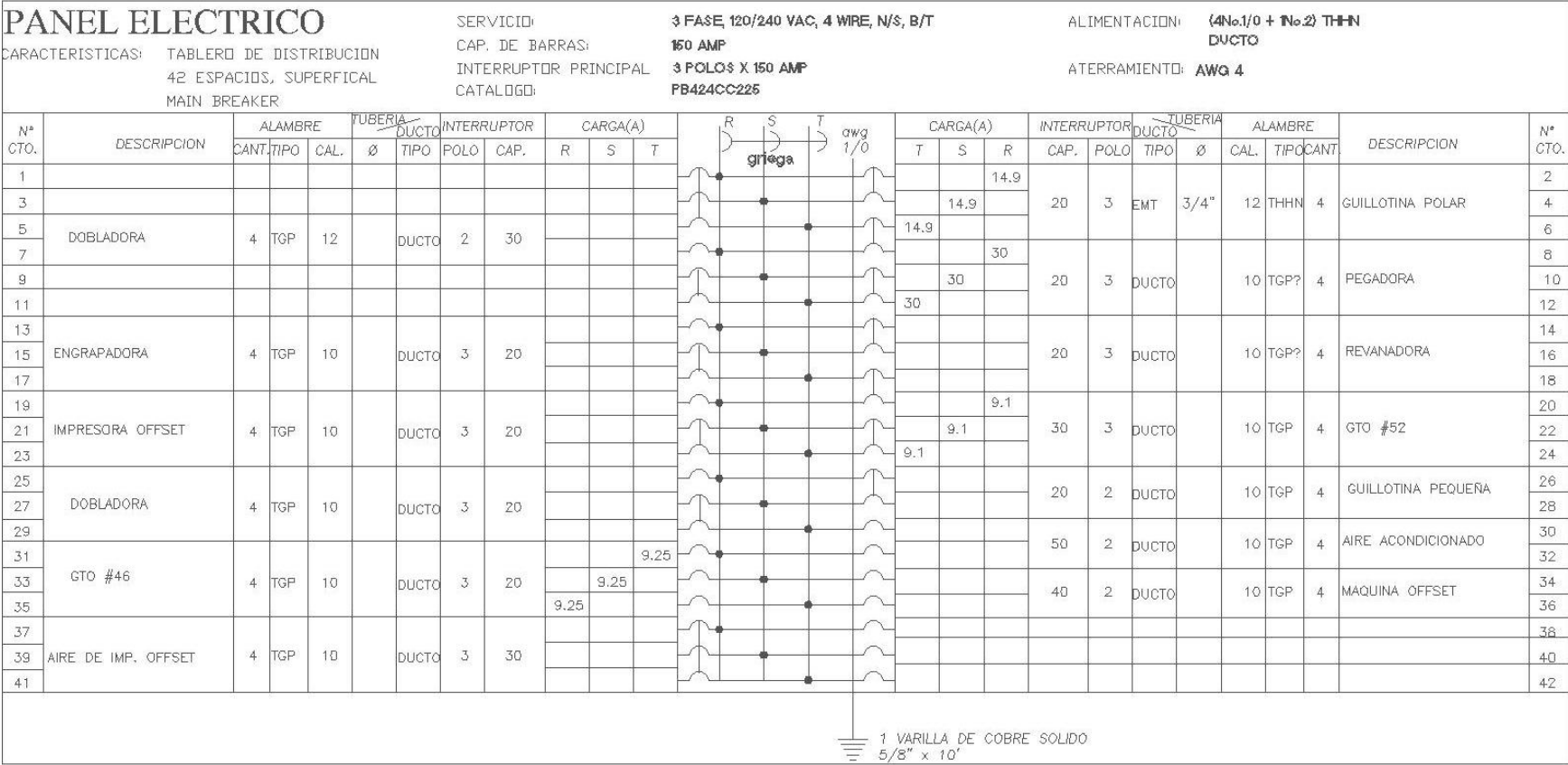
1 VARILLA DE COBRE SOLIDO

5/8" x 10'

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

Panel eléctrico de Área de Imprenta
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 9



Panel eléctrico de Área de Imprenta
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 10

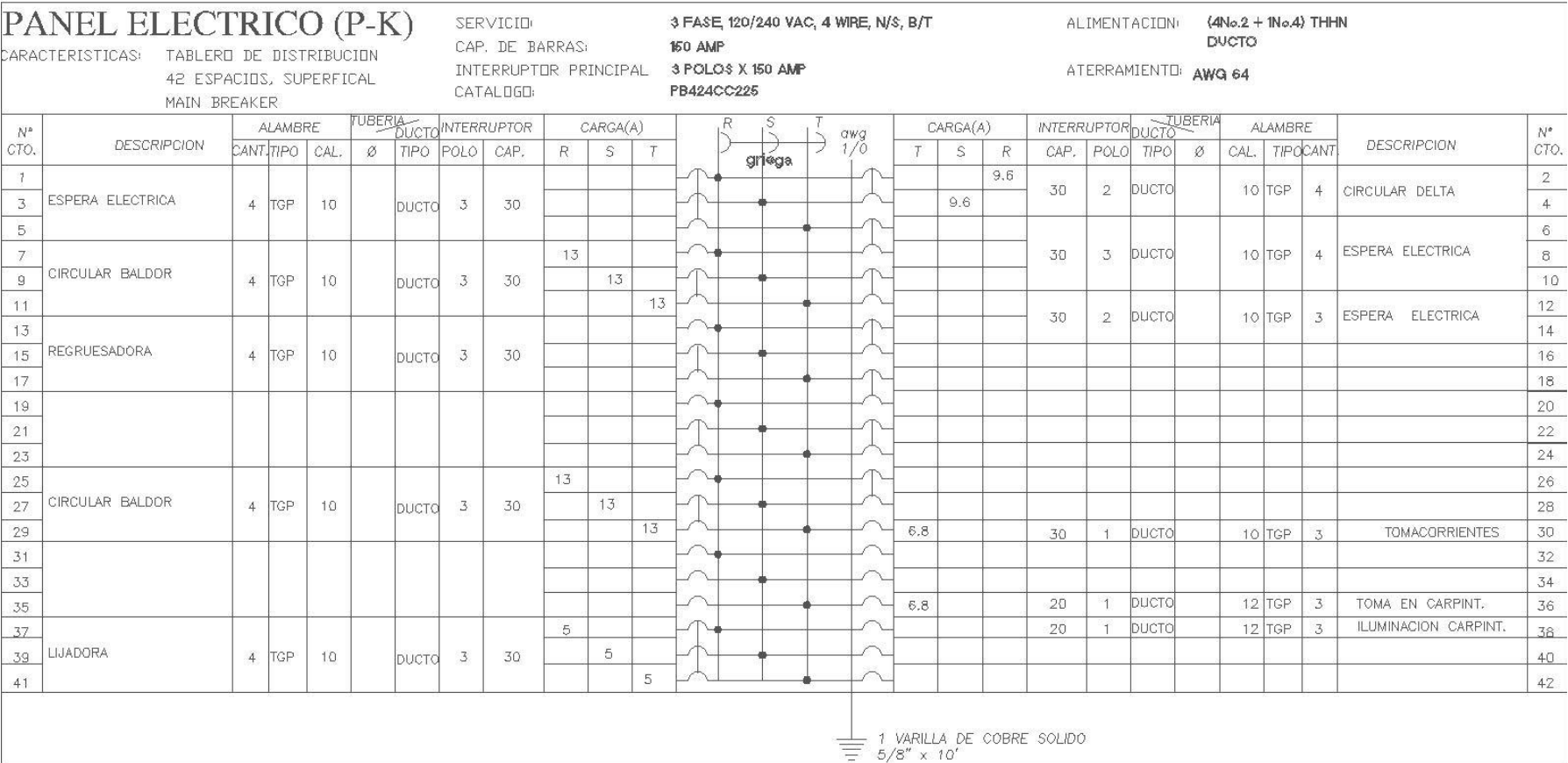
PANEL ELECTRICO (BODEGAS)										SERVICIO:		1 FASE, 120/240 VAC, 3 WIRE, N/S, B/T		ALIMENTACION:		(3No.6) THHN								
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION										CAP. DE BARRAS:		125 AMP				EMT 1"								
24 ESPACIOS, SUPERFICAL										CATALOGO:		CH24L125C\$		ATERRAMIENTO:										
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE			TUBERIA DUCTO		INTERRUPTOR		CARGA(A)		R	T	avg 1/0	CARGA(A)		INTERRUPTOR		TUBERIA DUCTO		ALAMBRE		DESCRIPCION	N° CTO.	
		CANT	TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R	T				T	R	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.	TIPO			CANT
1	ILUMINACION BODEGA	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20								20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	PONCHADORA	2
3	TOMAC. BODEGA	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20								20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMAC. FOTOMONTAJE OFFSET	4
5	TOMAC. BODEGA	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20								20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	ABANICO DE TECHO	6
7	ILUM. BAÑOS DE BODEGA	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20								20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	ILUM. GTO #52	8
9	REVELADOR	4	THHN	10	3/4"	EMT	2	30								20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	ILUM. GTO #52	10
11																20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	ILUM. PARA GUILLOTINA	12
13	ILUM. DE REVELADORES	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	15								20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	ILUM. PARA GUILLOTINA	14
15																								16
17																								18
19																								20
21																								22
23																								24

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

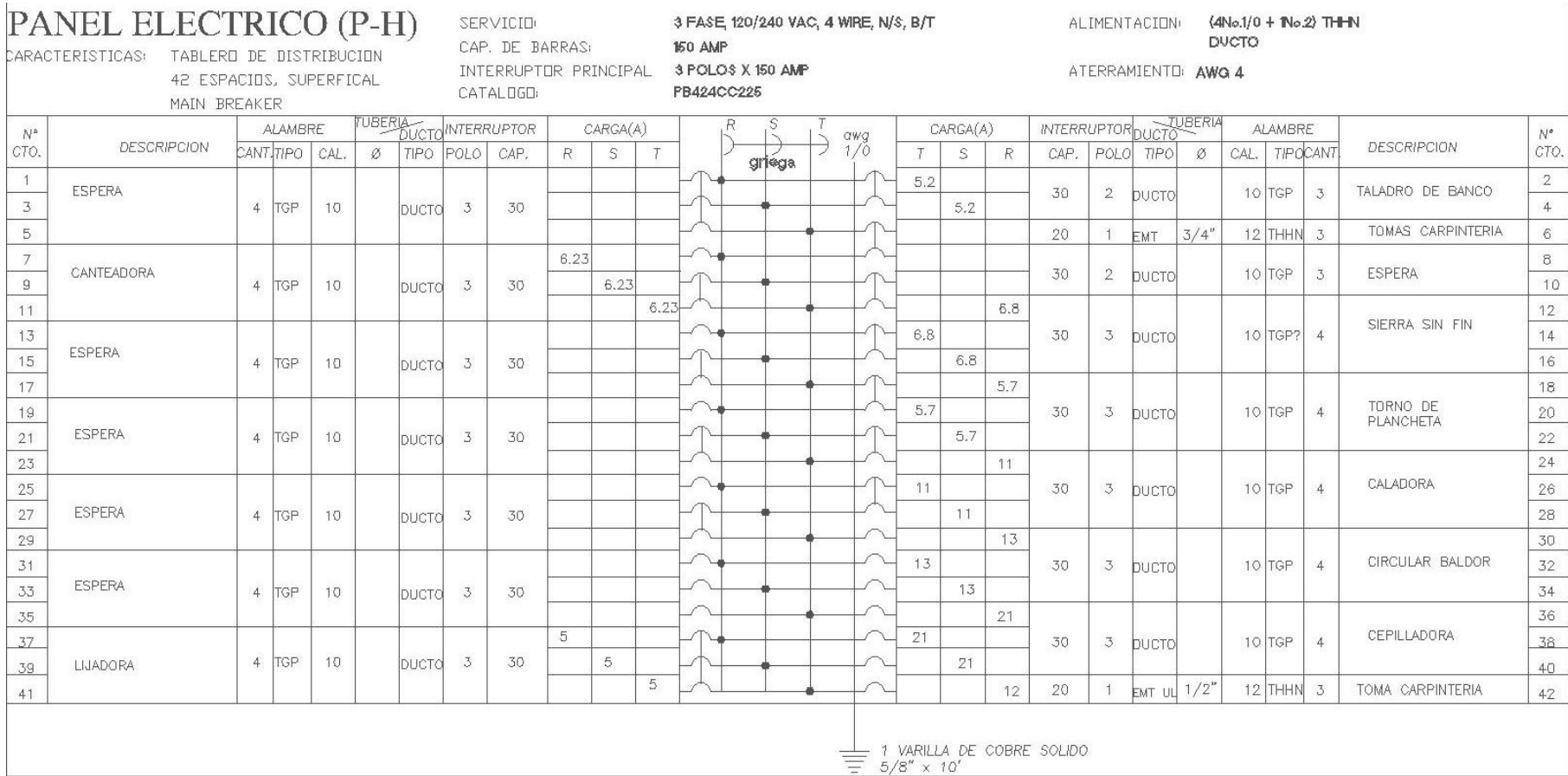
Panel eléctrico Bodega Imprenta
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 11



Panel eléctrico (P-K) del Área de Carpintería
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 12



Panel eléctrico (P- H) del Área de Carpintería.
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 13

PANEL ELECTRICO (P-X)										SERVICIO: CAP. DE BARRAS: INTERRUPTOR PRINCIPAL CATALOGO:										3 FASE, 120/240 VAC, 4 WIRE, N/S, B/T 225 AMP 3 POLOS X 225 AMP PB424CC225\$										ALIMENTACION: ATERRAMIENTO										(4No.4/0 + 1No.1/0) THHN CANALIZ. 4" PVC. SUB-TERRANEO #2:									
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION 42 ESPACIOS, SUPERFICAL MAIN BREAKER 225 AMP.																																																	
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE			TUBERIA DUCTO		INTERRUPTOR			CARGA(A)			CARGA(A)			INTERRUPTOR			TUBERIA DUCTO		ALAMBRE			DESCRIPCION	N° CTO.																								
		CANT.	TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R	S	T	T	S	R	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.	TIPO	CANT.																												
1	TOMAS BODEGA HERRAM.	3	THHN	10	1/2"	EMT	1	20	10														ESPERA	2																									
3	ESPERA DE AIRE ACOND.	3	THHN	10		EMT	2	30		18			12										ESPERA A/A CLINICA MEDICA	4																									
5	SALON DE USOS MULTIP.										18													6																									
7	ESPERA																						ESPERA	8																									
9	ESPERA DE AIRE ACONDICIONADO	3	THHN	10	3/4"	EMT	2	20		18			18										ESPERA DE AIRE ACONDICIONADO	10																									
11	EDUCACIÓN CONTINUA										18												SALON DE LECTURA	12																									
13	ESPERA																						ESPERA	14																									
15	ESPERA DE AIRE ACONDICIONADO	2	THHN	8		EMT	2	50		18			12										ESPERA DE AIRE ACONDICIONADO	16																									
17	SALA DE USOS MULTIPLES	1	THHN	10		EMT	2	50			18												DEPOSITO DE LIBROS	18																									
19	ESPERA													7									TOMAS NIVEL 2, COMPUT.	20																									
21	ESPERA DE AIRE ACONDICIONADO	3	THHN	10	3/4"	EMT	2	20		18			12										ESPERA DE AIRE ACONDICIONADO	22																									
23	EDUCACIÓN CONTINUA										18												RADIO	24																									
25	TOMAS 2DO NIVEL.	3	THHN	10	1/2"	EMT	1	20	7					7									TOMAS SALON USOS MULT.	26																									
27	ESPERA DE AIRE ACONDICIONADO	2	THHN	8		DUCTO	2	40		18													ESPERA	28																									
29	SALON DE USOS MULTIPLES	1	THHN	10		DUCTO	2	40			18												TOMAS NIVEL 2, EDIF 1	30																									
31	ESPERA													8									TOMAS EDUC. CONT. RADIO	32																									
33	ESPERA																						ESPERA	34																									
35	ALIMENTACION AL SUB-PANEL SP-X	3	THHN	2		DUCTO	2	90			22.5												LUMINARIAS DE BODEGA	36																									
37																							LUMINARIAS NIVEL 2 RADIO	38																									
39	ESPERA																						ESPERA	40																									
41																							LUMIN.NIVEL 2 USO MUL.	42																									

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

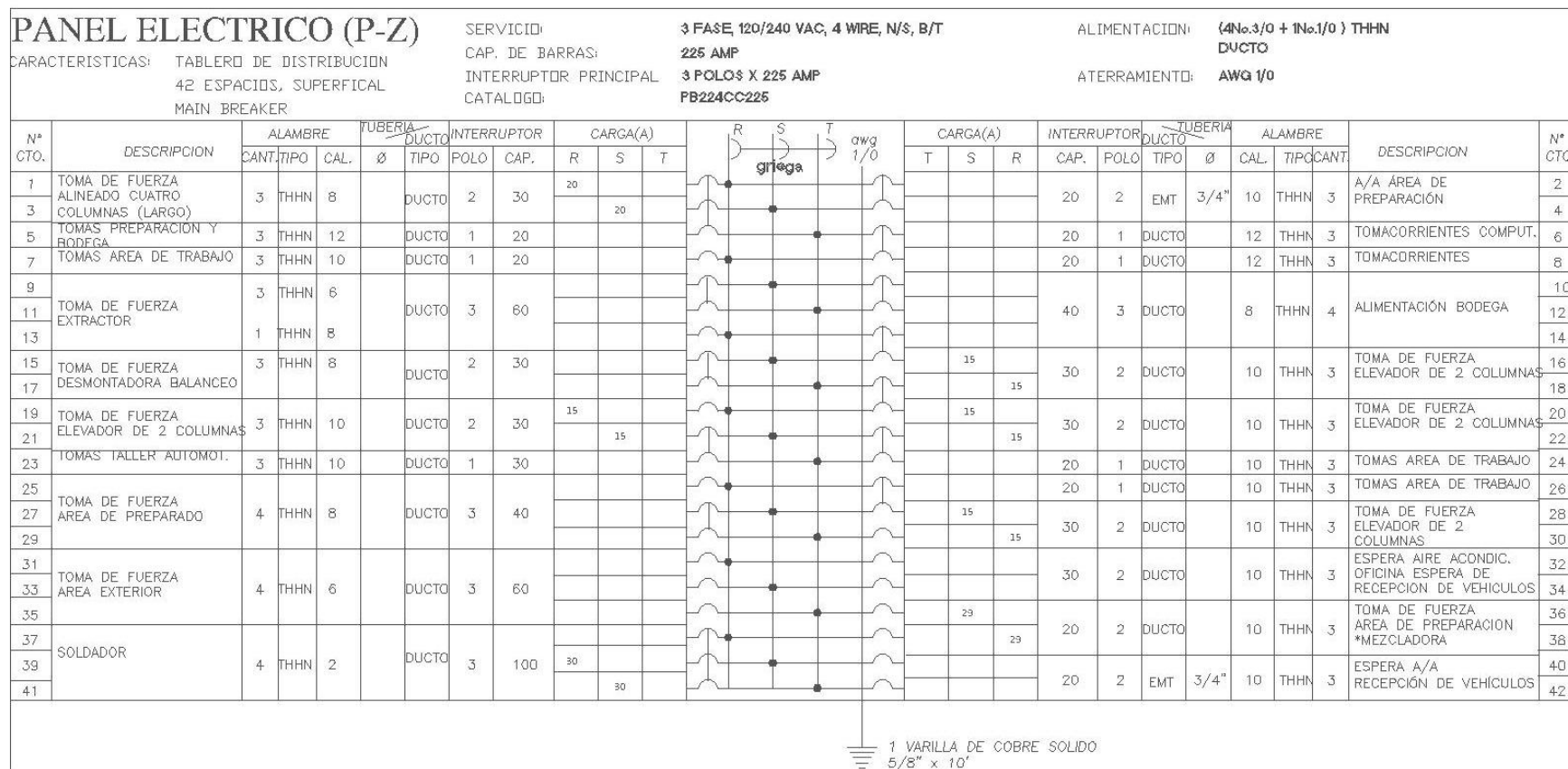
Panel eléctrico (P – X) del Área de Mecánica Automotriz
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 14[illegible]

Sub - Panel eléctrico SP – X del Área de mecánica Automotriz.

Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 15



Panel eléctrico P - Z del Área de Mecánica Automotriz
 Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 16[illegible]

Sub - Panel eléctrico SP – Z del Área de Mecánica Automotriz.

Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 17

PANEL ELECTRICO (P-D)												SERVICIO: CAP. DE BARRAS: INTERRUPTOR PRINCIPAL CATALOGO:												3 FASE, 120/240 VAC, 4 WIRE, N/S, B/T 400 AMP 3 POLOS X 400 AMP PB424KJ400IN												ALIMENTACION: DUCTO ATERRAMIENTO: AWG 2											
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION 42 ESPACIOS, SUPERFICAL MAIN BREAKER																																															
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE			TUBERIA		INTERRUPTOR	CARGA(A)			R	S	T	CARGA(A)	INTERRUPTOR	TUBERIA		ALAMBRE			DESCRIPCION	N° CTO.																									
		CANT.	TIPO	CAL.	Ø	TIPO		POLO	CAP.	R						S	T	T	S	R			CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.	TIPO	CANT.																		
1	SOLDADOR MILLER	3	THHN	4		DUCTO	2	100	60					60				4	THHN	3	SOLDADOR MILLER	2																									
3										60					60							4																									
5	SOLDADOR ARCWELD	3	THHN	4		DUCTO	2	100			60						60				6																										
7									60					60								8																									
9	SOLDADOR MILLER	3	THHN	4		DUCTO	2	100			60				100	2	DUCTO		4	THHN	3	ESPERA	10																								
11												60										12																									
13	SOLDADOR MILLER	3	THHN	4		DUCTO	2	100	60						30	2	DUCTO		10	THHN	3	ESPERA	14																								
15										60												16																									
17	SOLDADOR ESAB	3	THHN	4		DUCTO	2	100				60					6.5	30	2	DUCTO		10	THHN	3	ESPERA	18																					
19									60					6.5									20																								
21	SOLDADOR INFRA	3	THHN	10		DUCTO	2	30			58				30	2	DUCTO		10	THHN	3	ESPERA	22																								
23												58											24																								
25	CAMPANA EXTRACTOR DE HUMO DE CUBICULOS SOLDADOR	3	THHN	12	3/4"	EMT	2	20	2.4					1.8				20	3	EMT	3/4"	12	THHN	4	CAMPANA EXTRACTOR DE HUMO DE CUBICULOS SOLDADOR	26																					
27												2.4					1.8								28																						
29																	1.8								30																						
31														1.8											32																						
33															1.8			20	3	EMT	3/4"	12	THHN	4	CAMPANA EXTRACTOR DE HUMO DE CUBICULOS SOLDADOR	34																					
35																	1.8								36																						
37														1.8											38																						
39															1.8			20	3	EMT	3/4"	12	THHN	4	CAMPANA EXTRACTOR DE HUMO DE CUBICULOS SOLDADOR	40																					
41																	1.8								42																						

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

Panel eléctrico P – D del Área de Soldadura.

Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 18

PANEL ELECTRICO (P-J)										SERVICIO: 3 FASE, 120/240 VAC, 4 WIRE, N/S, B/T CAP. DE BARRAS: 400 AMP INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3 POLOS X 400 AMP CATALOGO: PB424KJ400										ALIMENTACION: (1NO.500MCN + 1N.4/0) THHN DUCTO ATERRAMIENTO: AWG 2									
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION 42 ESPACIOS, SUPERFICIAL MAIN BREAKER																													
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE		TUBERIA	INTERRUPTOR		CARGA(A)			CARGA(A)			INTERRUPTOR	TUBERIA	ALAMBRE		DESCRIPCION		N° CTO.										
		CANT.	TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R	S	T	T	S	R	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.	TIPO	CANT.								
1	SOLDADOR MILLER	3	THHN	6		DUCTO	2	70	60																			2	
3										60																		4	
5	SOLDADOR LINCOLN	3	THHN	6		DUCTO	2	70			80			60														6	
7									80																			8	
9	SOLDADOR MILLER	3	THHN	6		DUCTO	2	70		60				60														10	
11											60																	12	
13	SOLDADOR MILLER	3	THHN	6		DUCTO	2	70	60																			14	
15										60				80														16	
17	TOMAC. SOLDADURA	3	THHN	12		DUCTO	1	20			7.4			60														18	
19	TOMACORRIENTES	3	THHN	12		DUCTO	1	20	6.5																			20	
21	TOMACORRIENTE									18																		22	
23	COMPRESOR	4	THHN	8		DUCTO	3	40			18																	24	
25									18																			26	
27	CAMPANA EXTRACTOR DE HUMO DE CUBICULOS SOLDADOR	3	THHN	12	3/4"	EMT	2	20		2.4				18														28	
29											2.4			18														30	
31	CAMPANA EXTRACTOR DE HUMO DE CUBICULOS SOLDADOR	4	THHN	12	3/4"	EMT	3	20	1.8																			32	
33										1.8				1.8														34	
35											1.8			1.8														36	
37	CAMPANA EXTRACTOR DE HUMO DE CUBICULOS SOLDADOR	4	THHN	12	3/4"	EMT	3	20	1.8																			38	
39										1.8				1.8														40	
41											1.8			1.8														42	

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

Panel eléctrico P- J del Área de Soldadura
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 19

PANEL ELECTRICO (P-A)										SERVICIO:		ALIMENTACION:													
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION 42 ESPACIOS, SUPERFICAL MAIN BREAKER										CAP. DE BARRAS: 150 AMP		(4No.1/0 + 1No.2) THHN DUCTO													
										INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3 POLOS X 150 AMP		ATERRAMIENTO: AWG 4													
										CATALOGO: PB424CC225															
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE		TUBERIA DUCTO		INTERRUPTOR		CARGA(A)			R	S	T	awg 1/0	CARGA(A)			INTERRUPTOR		TUBERIA DUCTO		ALAMBRE		DESCRIPCION	N° CTO.
		CANT.	TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R	S					T	T	S	R	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.		
1	FRESA VAN NORMAN	4	TGP	10		DUCTO	3	30	19.6						6.5	30	3	DUCTO		10	TGP	4	ESMERIL BALDOR	2	
3										19.6			6.5	4											
5											19.6				6										
7	TALADRO DE BANCO	4	TGP	10		DUCTO	3	30	4.2						12	30	3	DUCTO		10	TGP	4	TOMACORRIENTE	8	
9										4.2				10											
11														12											
13	FRESA VAN NORMAN	4	TGP	10		DUCTO	3	30	19.6						7.81	30	3	DUCTO		10	TGP	4	CEPILLADORA FREJOTH	14	
15										19.6			7.81	16											
17											19.6				18										
19	FRESA VAN NORMAN	4	TGP	10		DUCTO	3	30	19.6						12	30	3	DUCTO		10	TGP	4	TOMACORRIENTE	20	
21										19.6				22											
23											19.6				24										
25	FRESA VAN NORMAN	4	TGP	10		DUCTO	3	30	19.6						14	30	3	DUCTO		10	TGP	4	TORNO PINACHO S80-165	26	
27										19.6			14	28											
29											19.6			14	30										
31	SOLDADOR INFRA	4	TGP	10		DUCTO	3	30	58						58	30	3	DUCTO		10	TGP	4	SOLDADOR INFRA	32	
33										58			58	34											
35											58			58	36										
37	FRESA FREJOTH	4	TGP	10		DUCTO	3	30	12						12	30	3	DUCTO		10	TGP	4	FRESA FREJOTH	38	
39										12			12	40											
41											12			12	42										

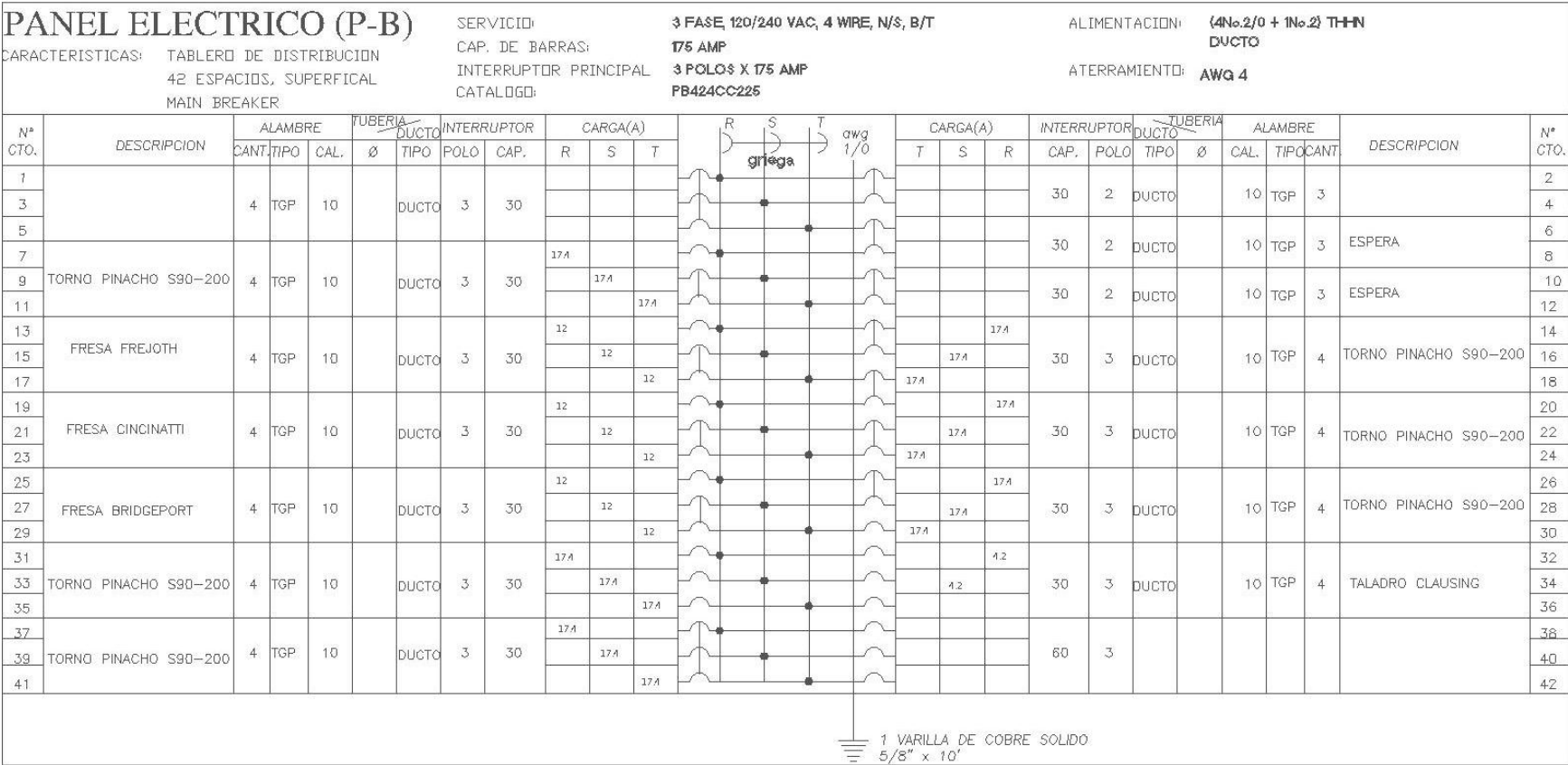
1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

Panel eléctrico P – A del Área de Fresas.

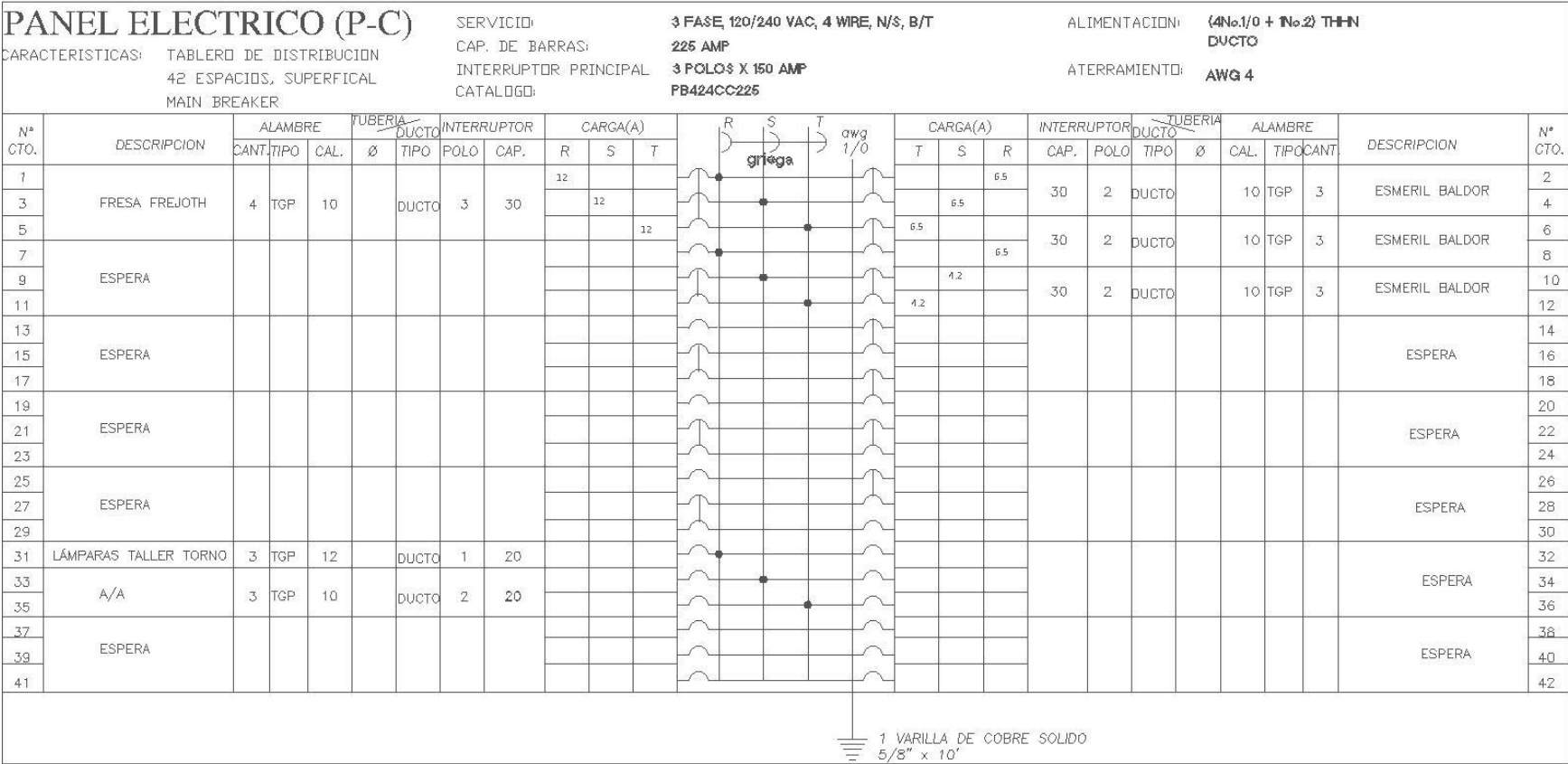
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 20



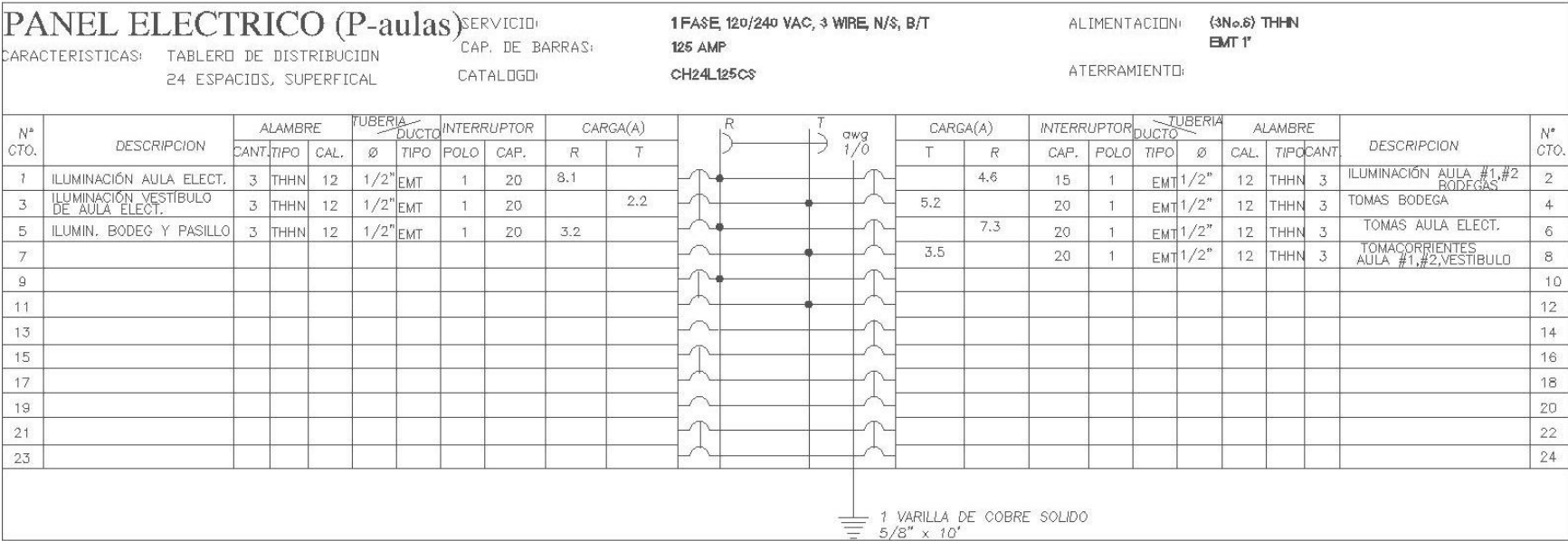
Panel eléctrico P - B del Área de Fresa
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 21



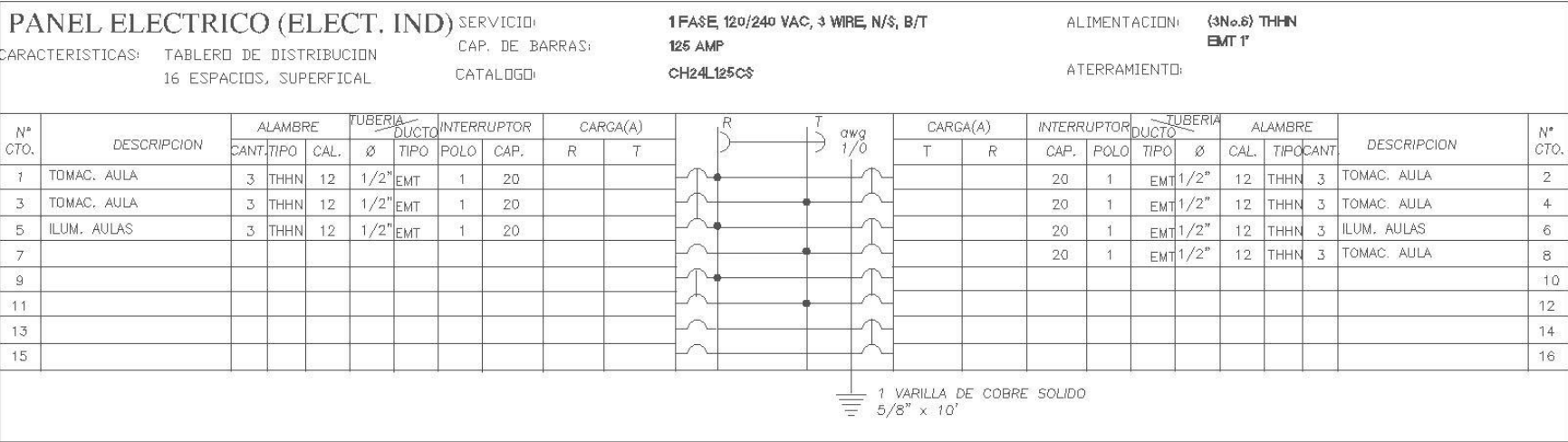
Panel eléctrico P – C del Área de Fresa
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 22



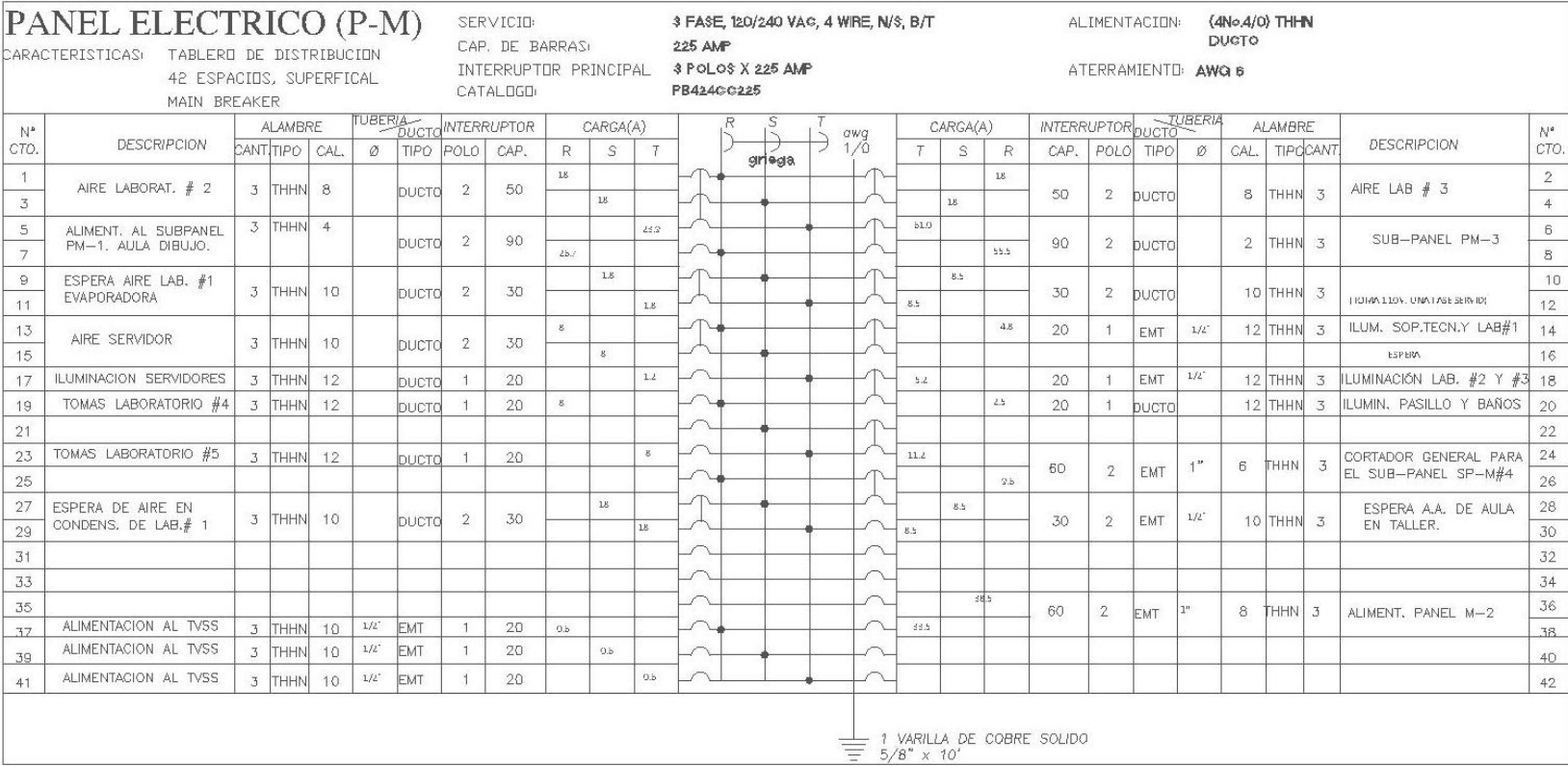
Panel eléctrico de Área de Electricidad Residencial
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 23



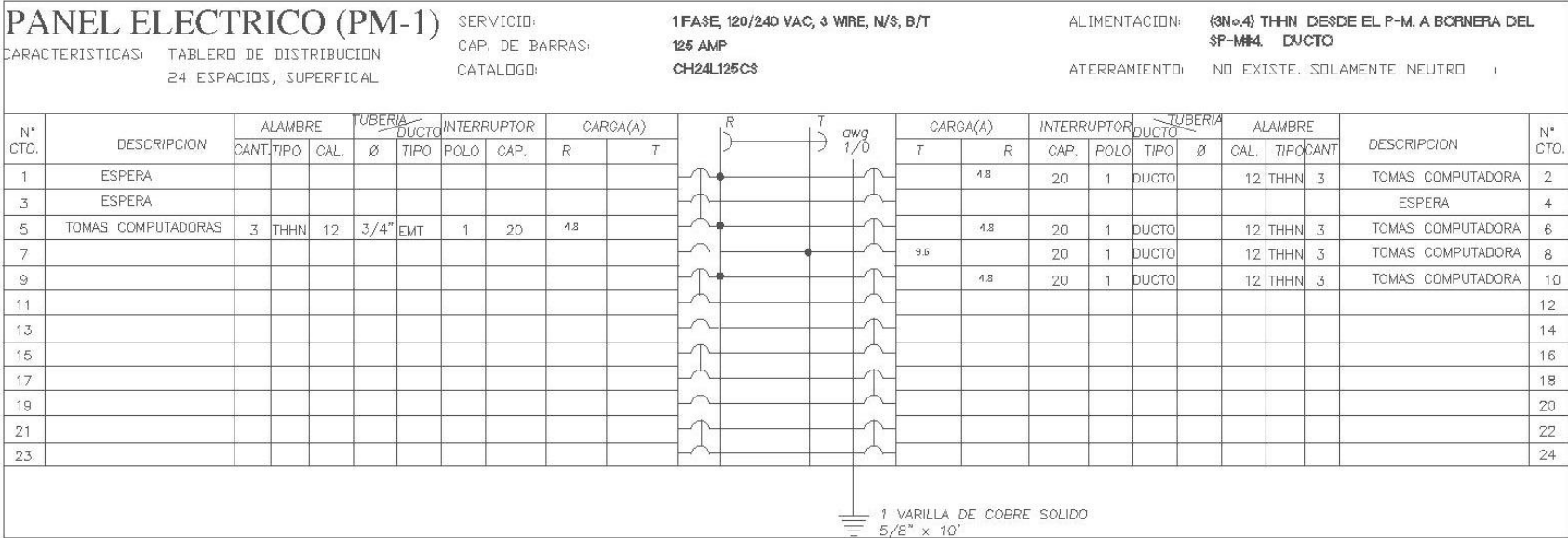
Panel eléctrico del Área de Electricidad Industrial
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 24



Panel eléctrico P - M del Laboratorio de Computación
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 25



Panel eléctrico PM – 1 del Laboratorio de Computación

Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

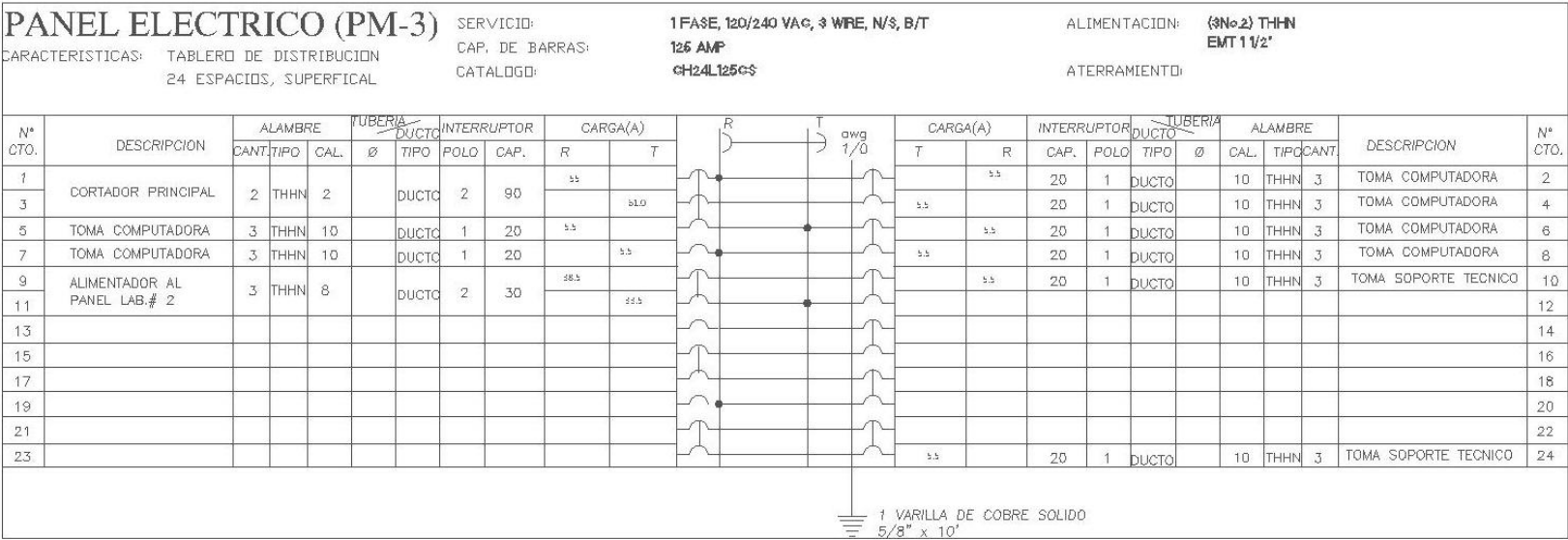
Figura 26

PANEL ELECTRICO (PM-2)										SERVICIO:		1 FASE, 120/240 VAC, 3 WIRE, N/S, B/T		ALIMENTACION:		(3XNº8 + 1Nº8) THHN								
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION										CAP. DE BARRAS:		125 AMP		EMT										
24 ESPACIOS, SUPERFICAL										CATALOGO:		CH24L125G\$		ATERRAMIENTO:										
Nº CTO.	DESCRIPCION		ALAMBRE		TUBERIA DUCTO		INTERRUPTOR		CARGA(A)		R	T	awg 1/0	CARGA(A)		INTERRUPTOR		TUBERIA DUCTO		ALAMBRE		DESCRIPCION	Nº CTO.	
			CANT.	TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R				T	T	R	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.			TIPO
1	TOMA	COMPUTO	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20	5.5					55.5	60	2	EMT	1"	8	THHN	3	CORTADOR PRINCIPAL	2
3	TOMA	COMPUTO	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20		5.5				55.5									4
5	TOMA	COMPUTO	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20	5.5					5.5	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMA COMPUTOS	6
7	TOMA	COMPUTO	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20		5.5				5.5	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMA COMPUTOS	8
9	TOMA	COMPUTO	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20	5.5					5.5	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMA COMPUTOS	10
11	TOMA	COMPUTO	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20		5.5				5.5	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMA COMPUTOS	12
13	TOMA	COMPUTO	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20	5.5					5.5	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMA COMPUTOS	14
15															5.5	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMA COMPUTOS	16
17															5.5	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMA COMPUTOS	18
19																								20
21																								22
23																								24

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

Panel eléctrico PM – 2 del Laboratorio de Computación
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 27



Panel eléctrico PM – 3 del Laboratorio de Computación

Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 28

PANEL ELECTRICO (P-R)										SERVICIO:		3 FASE, 120/240 VAC, 4 WRE, N/S, B/T		ALIMENTACION:		3 No. 2/0 + 1 No.2 + No. 4) THHN									
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION										CAP. DE BARRAS:		225 AMP				BANDEJA/2" EMT									
42 ESPACIOS, SUPERFICAL										INTERRUPTOR PRINCIPAL		3 POLOS X 175 AMP		ATERRAMIENTO:		AWG 4									
MAIN BREAKER																									
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE		TUBERIA		INTERRUPTOR		CARGA(A)			R	S	T	awg	CARGA(A)			INTERRUPTOR		TUBERIA		ALAMBRE		DESCRIPCION	N° CTO.
		TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R	S	T					R	S	T	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.	TIPO		
1	ILUMINACION LAB. # 5	THHN	12	1/2"	EMT	1	20	2.8							2.8			20	1	EMT	1/2"	12	THHN	ILUMIN. LAB. # 4	2
3	MINI SPLIT A.A. LAB.#6	THHN	8	1"	EMT	2	50		12							12		50	2	EMT	1"	8	THHN	ALIMENT. A.A. COMPRES. DE SOPORTE TECNICO	4
5										7.2							12								6
7	ALIMEN. A.A. LAB. # 7	THHN	8	1"	EMT	1	50	12							7.2			50	2	EMT	3/4"	8	THHN	A.A. SPLIT AULA DE TALLER	8
9									12							7.2									10
11	ILUMIN. LAB. # 7	THHN	12	1/2"	EMT	1	20			2.8							2.6	20	1	EMT	1/2"	10	THHN	ILUMUN. LAB. # 8	12
13	ILUMIN. LAB. # 6 Y VESTIB.	THHN	12	1/2"	EMT	1	20	3.2																	14
15	ALIMENT. COMPRESOR A.A. DE SPLIT SOPORTE TECN.	THHN	8	1"	EMT	2	50		14																16
17										14															18
19																									20
21																									22
23																									24
25																									26
27																									28
29																									30
31																									32
33																									34
35																									36
37	ALIMENTADOR AL TVSS	THHN	10	1/2"	EMT	1	20	0.6																	38
39	ALIMENTADOR AL TVSS	THHN	10	1/2"	EMT	1	20		0.6																40
41	ALIMENTADOR AL TVSS	THHN	10	1/2"	EMT	1	20			0.6															42

Panel eléctrico P – R del Laboratorio de Computación
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 29

SUB-PANEL ELECTRICO (PR-1)										SERVICIO: CAP. DE BARRAS: CATALOGO:		1 FASE, 120/240 VAC, 3 WIRE, N/S, B/T 2+00 AMP CH190L2H		ALIMENTACION: 2' EMT AWG 4		{ 3 No. 1/0 + 1 No.2 + No. 4 } THHN				
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION 24 ESPACIOS, SUPERFICIAL																				
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE		TUBERIA DUCTO		INTERRUPTOR		CARGA(A)		R	T	CARGA(A)	INTERRUPTOR		TUBERIA DUCTO		ALAMBRE		DESCRIPCION	N° CTO.
		CANT	TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R				T	T	R	CAP.	POLO	TIPO		
1	TOMACORRIENTE LAB. #7	3	THHN	10	1/2"	DUCTO	1	20	1.2					30	1	DUCTO	10	THHN	TOMACORRIENTE LAB. #8	2
3	TOMACORRIENTE LAB. #7	3	THHN	10	1/2"	DUCTO	1	30	1.2			8.4		30	1	DUCTO	10	THHN	TOMACORRIENTE LAB. #8	4
5	TOMACORRIENTE LAB. #7	3	THHN	10	1/2"	DUCTO	1	30	1.2				3.5	30	1	DUCTO	10	THHN	TOMACORRIENTE LAB. #8	6
7	TOMACORRIENTE LAB. #7	3	THHN	10	1/2"	DUCTO	1	30		8.4		8.4		30	1	DUCTO	10	THHN	TOMACORRIENTE LAB. #4	8
9	TOMACORRIENTE LAB. #6	3	THHN	10	1/2"	DUCTO	1	30	5.0				1.2	30	1	DUCTO	10	THHN	TOMACORRIENTE LAB. #4	10
11	TOMACORRIENTE LAB. #6	3	THHN	10	1/2"	DUCTO	1	30		5.0		1.2		30	1	DUCTO	10	THHN	TOMACORRIENTE LAB. #4	12
13	TOMACORRIENTE LAB. #5	3	THHN	10	1/2"	DUCTO	1	30	1.2				1.2	30	1	DUCTO	10	THHN	TOMACORRIENTE LAB. #5	14
15	TOMACORRIENTE LAB. #5	3	THHN	10	1/2"	DUCTO	1	30		8.4		1.2		30	1	DUCTO	10	THHN	TOMACORRIENTE LAB. #8	16
17																				18
19																				20
21	CORTADOR PRINCIPAL		THHN	2		DUCTO	2	100	52.5											22
23	P/BARRAS								51.2											24

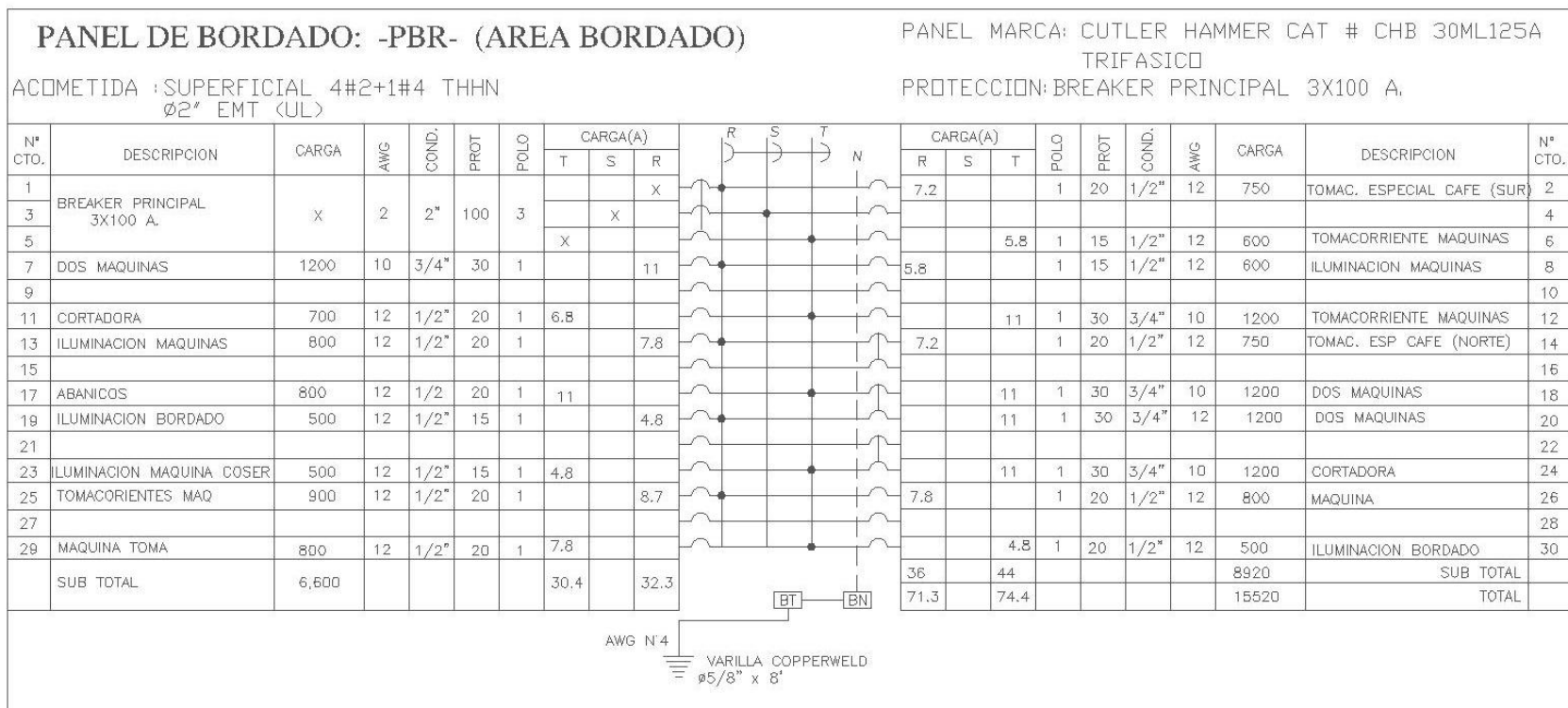
griega

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

Sub - Panel eléctrico P R - 1 del Laboratorio de Computación

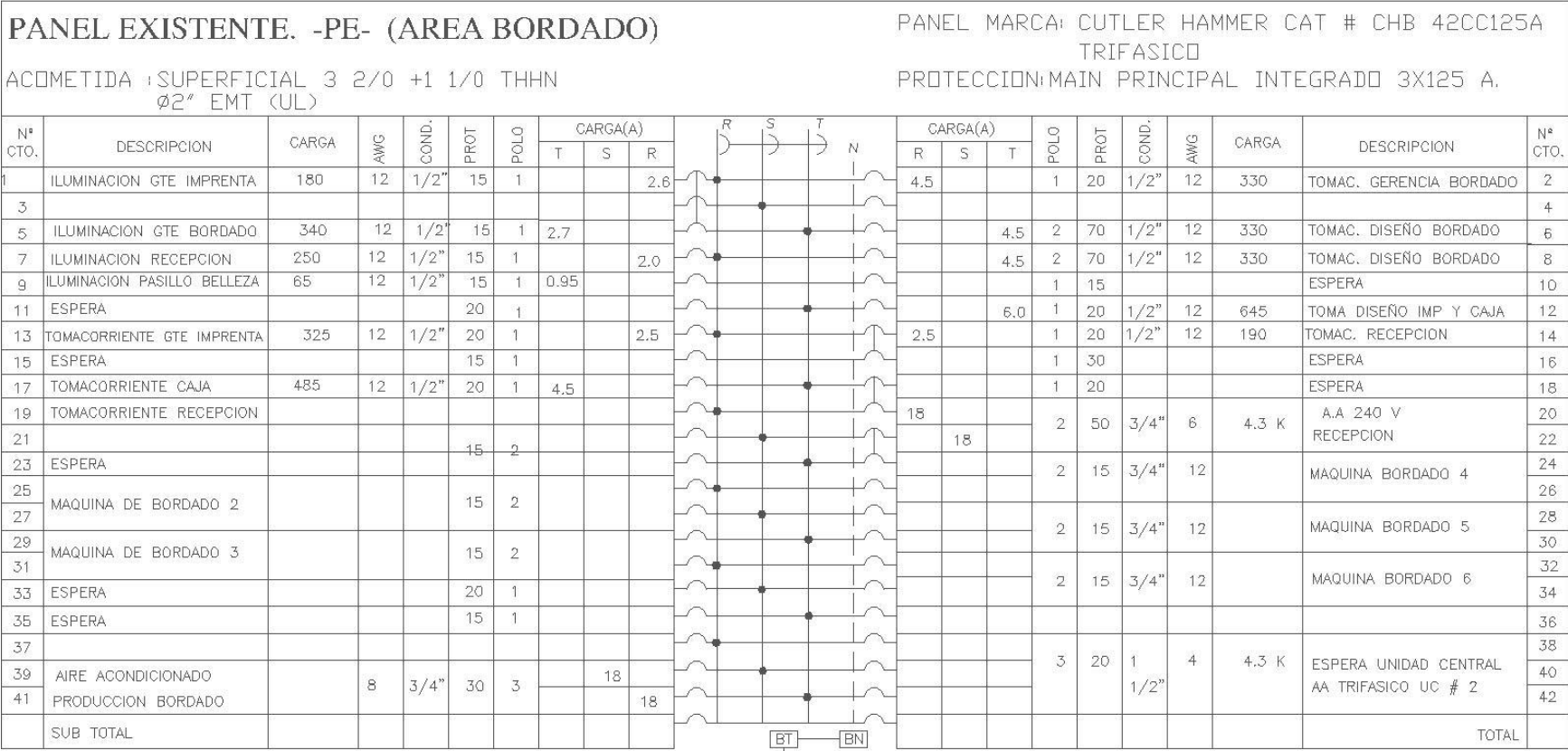
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 30



Panel eléctrico P B R del Área de Bordado
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 31



Panel eléctrico P E del Área de Bordado

Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 32

PANEL ELECTRICO (P-CNC)										SERVICIO:	3 FASE, 120/240 VAC, 4 WIRE, N/S, B/T	ALIMENTACION:	(4No.4/0 + 1No.2/0) THHN														
CARACTERISTICAS:										CAP. DE BARRAS:	225 AMP	DUCTO															
42 ESPACIOS, SUPERFICAL										INTERRUPTOR PRINCIPAL	3 POLOS X 225 AMP	ATERRAMIENTO:	AWG 4														
MAIN BREAKER										CATALOGO:	PB424CC225																
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE		TUBERIA DUCTO		INTERRUPTOR		CARGA(A)			R S T awg 1/0			CARGA(A)			INTERRUPTOR		TUBERIA DUCTO		ALAMBRE		DESCRIPCION	N° CTO.			
		CANT.	TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R	S	T					T	S	R	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.	TIPO	CANT.		
1	TORNO PINACHO S-90/165	3	TGP	8					14									14					8	TGP	3		2
3		1	TGP	10		DUCTO	3	60		14						14			60	3	DUCTO		10	TGP	1		4
5												14															6
7	TALADRO	3	TGP	8					22.3									27.3					8	TGP	3		8
9		1	TGP	10		DUCTO	3	40		22.3						27.3			40	3	DUCTO		10	TGP	1		10
11												22.3					27.3										12
13	FRESA VAN NORMAN	3	TGP	6					19.6									58									14
15		1	TGP	8		DUCTO	3	60		19.6						58			90	2	DUCTO		2	THHN	3		16
17												19.6															18
19	ESPERA	3	TPG	10														19.6					6	TGP	3		20
21																19.6			60	3	DUCTO		8	TGP	1		22
23																19.6											24
25	ESPERA	3	TPG	10															30	2	DUCTO		10	TGP	3		26
27																										28	
29																7.1			30	2	DUCTO		10	TGP	3		30
31	ESMERIL	3	TPG	10					6.5									7.1					10	TGP	3		32
33										6.5																	34
35												38					22.3			30	2	DUCTO		10	TGP	3	
37	ALIMENTACION AL SUPANEL: SP-CNC	3	THHN	2	1"		3	100	36									0.6	20	1	1"		10	THHN	3		38
39										36								0.6	20	1	1"		10	THHN	3		40
41		ILUMINACIÓN TALLER FRESA Y TORNO	3	TPG	12		DUCTO	1	20			7.5					0.6		20	1	1"		10	THHN	3		42

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO

5/8" x 10'

1 VARILLA DE COBRE SOLIDO
5/8" x 10'

Panel eléctrico P -CNC del Área de Producción

Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 33

SUB-PANEL ELECTRICO (SP-CNC)										SERVICIO:	3 FASE, 120/240 VAC, 4 WIRE, N/S, BT			ALIMENTACION:	(3No.2 + 1No.4) THHN CANAL LT											
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION 830 ESPACIOS, SUPERFICAL										CAP. DE BARRAS:	225 AMP			ATERRAMIENTO:												
										CATALOGO:	PB304ML225\$															
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE		TUBERIA DUCTO		INTERRUPTOR		CARGA(A)			R T T			CARGA(A)			INTERRUPTOR		TUBERIA DUCTO		ALAMBRE		DESCRIPCION	N° CTO.		
		CANT.	TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R	T	T				T	S	R	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.	TIPO	CANT.		
1	ALIMENTACION AL AIRE ACONDICIONADO EN CNC								16								16								2	
3		3	THHN	8	DUCTO		3	40		16						16		40	3	DUCTO		8	THHN	4	ALIMENTACION AL AIRE ACONDICIONADO EN CNC	4
5												16													6	
7																									8	
9	ILUMINC. PASILLO CARPINT	3	THHN	12	1/2"	EWT	1	20		40							27.3					8	TGP	3	COMPRESOR	10
11	TORNO PINACHO S-90/165	3	TGP	8					14						27.3			40	3	DUCTO		10	TGP	1		12
13		1	TGP	10	DUCTO		3	60		14														14		
15												14													16	
17																		70	2						18	
19																									20	
21																									22	
23																		20	1						TOMACORRIENTE	24

Sub - Panel eléctrico S P -CNC del Área de Producción
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 34

PG PANEL GENERAL (ADMON.)										SERVICIO:	3 FASE, 120/230 VAC, 4 WIRE, N/S, B/T	ALIMENTACION:	{3 No. 3/0 + 1 No.1/0 + No. 6} THHN														
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION										CAP. DE BARRAS:	225 AMP	ATERRAMIENTO:	BANDEJA/2' EMT														
42 ESPACIOS, EMPOTRADO										INTERRUPTOR PRINCIPAL	3 PCLOS X 150 AMP																
MAIN BREAKER																											
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE		TUBERIA		INTERRUPTOR		CARGA(A)			R	S	T	CARGA(A)			INTERRUPTOR		TUBERIA		ALAMBRE		DESCRIPCION	N° CTO.			
		TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R	S	T				R	S	T	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.	TIPO					
1	ILUMINAC. CONTABILIDAD	THHN	12	½"	EMT	1	20	5.3						2.8			20	1	EMT	1/2"	12	THHN	ILUMINAC. PROYECTOS	2			
3																								4			
5															3.2		20	1	EMT	1"	12	THHN	ILUMINAC. PASILLOS	6			
7	ILUMINAC. OFICINAS	THHN	12	½"	PVC	1	20	7.5						2.6			20	1	EMT	1/2"	12	THHN	TOMA GENERAL FOTOCOPIA	8			
9																								10			
11	TOMAS USO GRAL. PROYECTOS	THHN	12	½"	PVC	1	20			7.5														12			
13	TOMAS USO GENERALES	THHN	12	½"	EMT	1	20	8.3						4.3			20	1	EMT	1/2"	12	THHN	TOMAS USO GRAL. PROJ. Y C	14			
15																								16			
17	A. A. OFICINA	THHN	10	3/4"	EMT	1	30			2.2														18			
19																											20
21																											
23																								24			
25														1.1		1.1	20	2	EMT	3/4"	10	THHN	A. A. OFICINA ADMON.	26			
27																								28			
29																								30			
31																								32			
33																								34			
35	A. A. OFICINA	THHN	10	3/4"	EMT	3	30	5.3		7.8				4.8			30	2	EMT	3/4"	8	THHN	A. A. PROYECTOS	36			
37																											38
39																											
41															4.8		30	2	EMT	3/4"	8	THHN	TOMAS USO GRAL. CONTABIL.	42			

Panel eléctrico ADM del Área de Administración

Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 35

SUB-PANEL ELECTRICO (SP-UPS)											SERVICIO: CAP. DE BARRAS:		1 FASE, 120/240 VAC, 3 WIRE, N/S, 125 AMP CH16L125P-S		ALIMENTACION: ATERRAMIENTO:		{3No.4 + 1No.6} THHN DUCTO	
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION 16 ESPACIOS, SUPERFICAL											CATALOGO:							

N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE		TUBERIA DUCTO		INTERRUPTOR		CARGA(A)		R	T	CARGA(A)		INTERRUPTOR		TUBERIA DUCTO		ALAMBRE		DESCRIPCION	N° CTO.	
		CANT	TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R			T	T	R	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.			TIPO
1	TOMAS COM. PROJ. ACSN	3	THHN	10	3/4"	EMT	2	20	8.8				5.0	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMA COM. CONTABILIDAD	2
3	TOMAS COM. PROJ. ACSN	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20	6.5	8.8			4.0	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMAS COMP. PROYECTO	4
5	TOMAS COMP. PROYECTO	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20	6.5				8.0	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMAS COM. CONTABILIDAD	6
7	TOMAS COMP. CONTABIL.	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20		7.5			8.0	20	1	EMT	1/2"	12	THHN	3	TOMAS COM. OFICINAS	8
9	TOMAS COMP. CONTABIL.	3	THHN	12	1/2"	EMT	1	20		7.5												10
11																						12
13																						14
15																						16

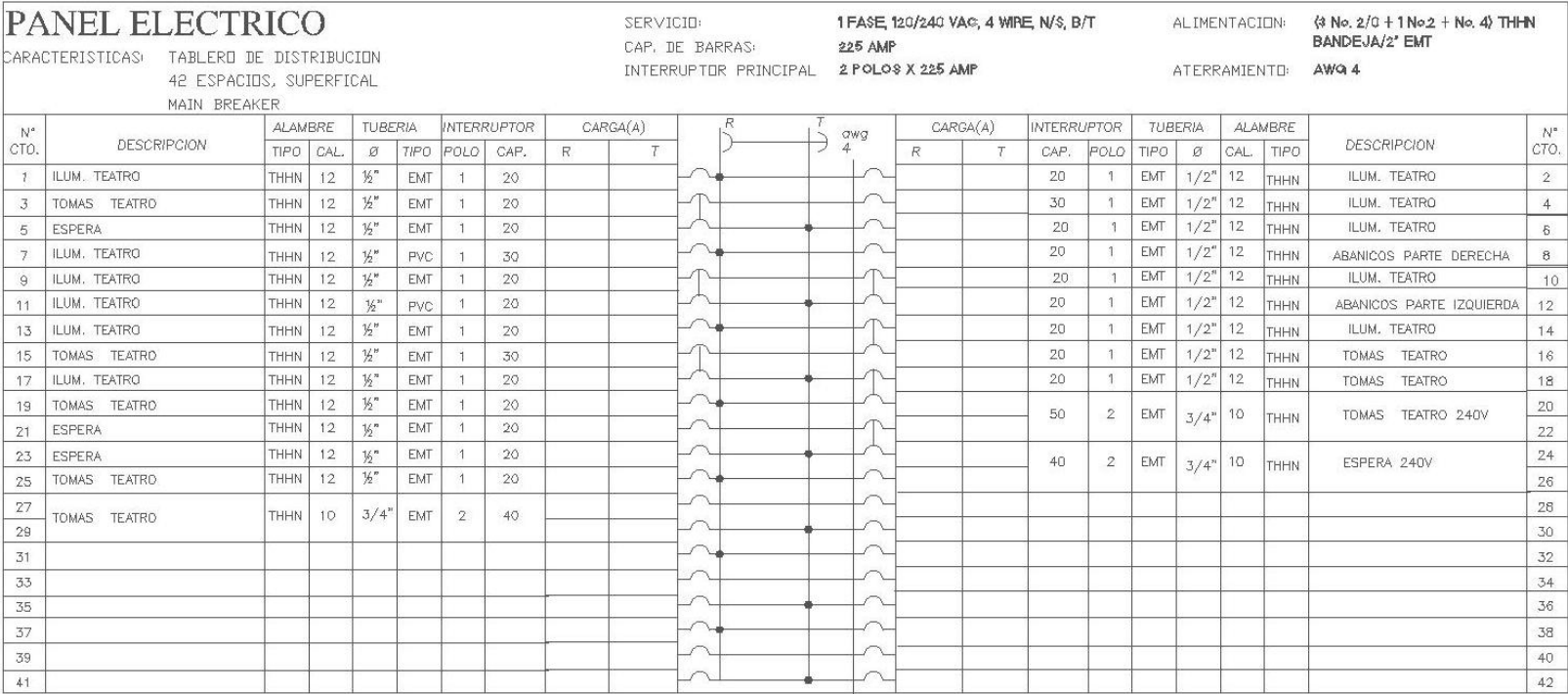
Sub - Panel eléctrico SP - UPS del Área de Administración
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 36

PANEL ELECTRICO (P-PANADERIA)										SERVICIO: CAP. DE BARRAS: INTERRUPTOR PRINCIPAL		3 FASE, 120/240 VAC, 4 WIRE, N/S, B/T 225 AMP 3 POLOS X 225 AMP		ALIMENTACION: ATERRAMIENTO:		3 No. 2/0 + 1 No.2 + No. 4) THHN BANDEJA/2" EMT AWG 4							
CARACTERISTICAS: TABLERO DE DISTRIBUCION 42 ESPACIOS, SUPERFICAL MAIN BREAKER																							
N° CTO.	DESCRIPCION	ALAMBRE		TUBERIA		INTERRUPTOR		CARGA(A)			CARGA(A)			INTERRUPTOR		TUBERIA		ALAMBRE		DESCRIPCION	N° CTO.		
		TIPO	CAL.	Ø	TIPO	POLO	CAP.	R	S	T	R	S	T	CAP.	POLO	TIPO	Ø	CAL.	TIPO				
1	TOMACORRIENTE EN BODEGA	THHN	12	½"	EMT	1	20	5.3						2.8		20	1	EMT	1/2"	12	THHN	TOMACORRIENTE REFRIGERADOR	2
3																						4	
5	TOMAS EN AULA Y COSINA	THHN	12	½"	EMT	2	20			7.2				3.2	20	1	EMT	1"	12	THHN	TOMA DE AULA-PROFESOR	6	
7	CIRCUITO VECINO	THHN	12	½"	PVC	1	20	7.5						2.6		20	1	EMT	1/2"	12	THHN	ILUMINACION EN SALA	8
9																						10	
11	CIRCUITO VECINO	THHN	12	½"	PVC	1	20			7.5				2.0	20	1	PVC	1/2"	12	THHN	ILUMIN. EN AULA Y COSINA	12	
13	BATIDORA DE 110 VAC	THHN	12	½"	EMT	1	20	8.3						4.3		20	1	EMT	1/2"	12	THHN	TOMAS EN COSINA (extremos)	14
15																						16	
17	TOMACORRIENTE DE HORNO	THHN	12	½"	EMT	1	20			2.2					20	1	EMT	1/2"	12	THHN	TOMAS EN COSINA (centros)	18	
19	TOMACORRIENTE DE HORNO	THHN	12	½"	EMT	1	20	2.2														20	
21	MAQUINA CORTA PAN	THHN	12	3/4"	EMT	2	20		3.5													22	
23										3.5												24	
25								4.2						±1		20	2	EMT	3/4"	10	THHN	TOMA DE HORNO 220 VAC	26
27	MAQUINA DIVISORA	THHN	10	3/4"	EMT	3	30			4.2					±4							28	
29										4.2					±4	30	2	EMT	3/4"	10	THHN	MAQUINA LAMINADORA	30
31								7.8						±1		30	2	EMT	3/4"	10	THHN	MAQUINA CORTA PAN	32
33	MAQUINA AMAZADORA	THHN	10	3/4"	EMT	3	30		7.8						±1							34	
35										7.8												36	
37								5.3						4.8								38	
39	MAQUINA BATIDORA 220 VAC	THHN	10	3/4"	EMT	3	30		5.3						4.8							40	
41										5.3						4.8						42	

Panel eléctrico del Área de Panadería
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

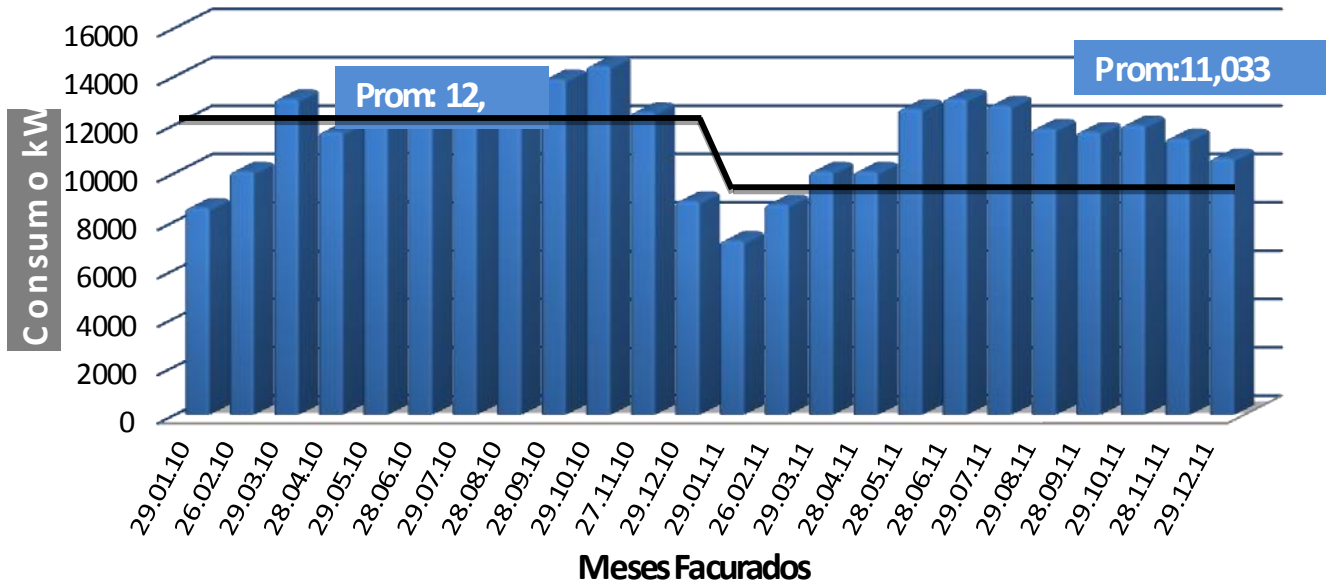
Figura 37



Panel eléctrico del Área de Teatro.

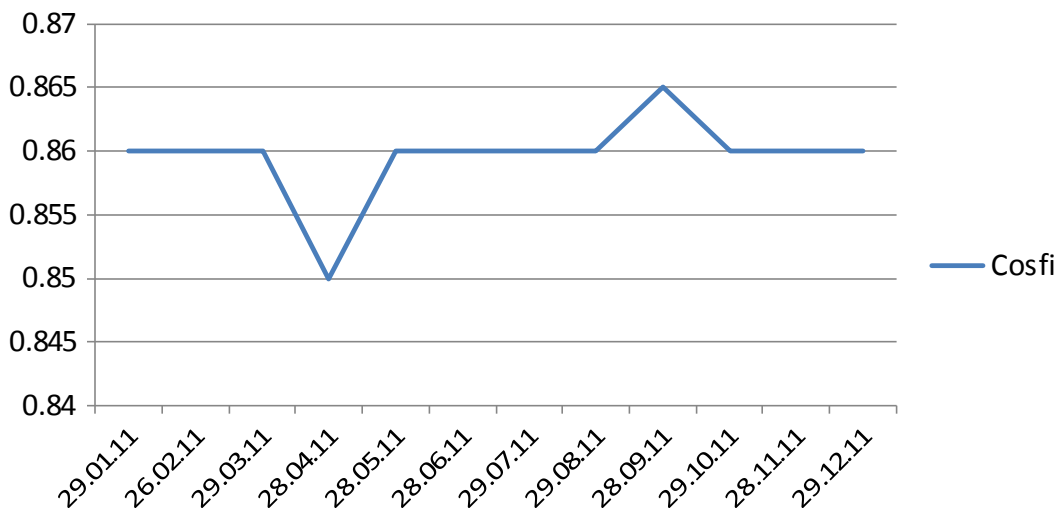
Fuente: Planos Eléctricos del CJDB

Figura 38
kWh Mes



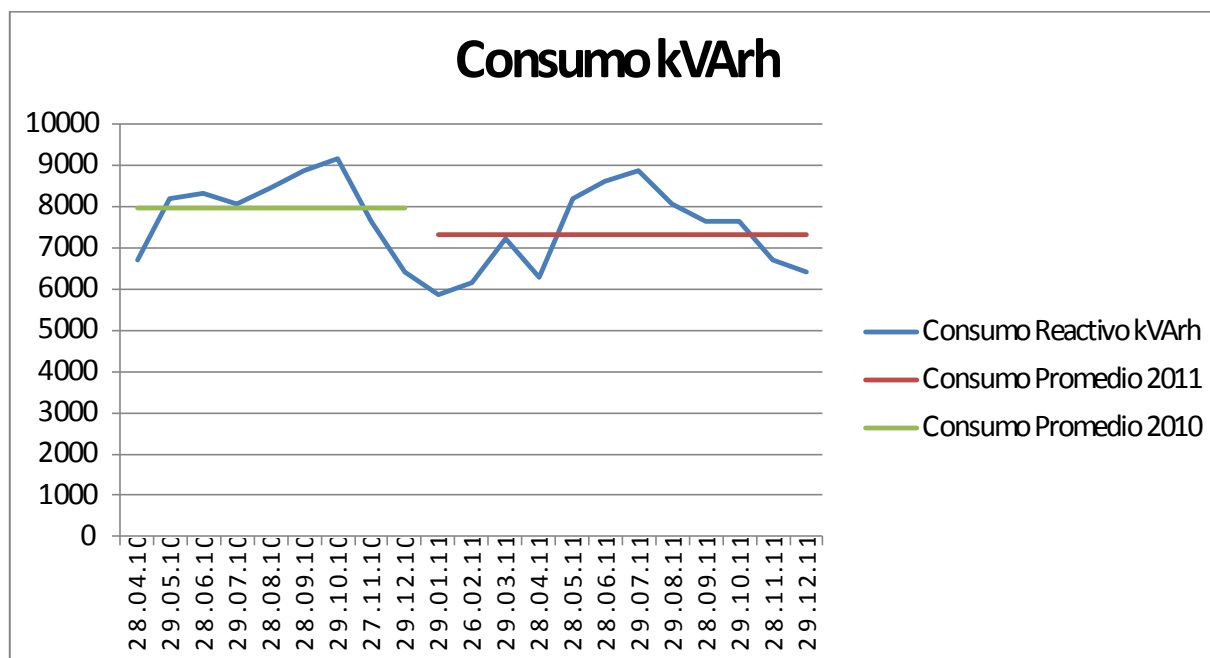
Histórico de Consumo de Energía mensual año 2010 - 2011.
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 39
Factor de Potencia Mensual



Factor Potencial Mensual
Fuente: Elaboración Propia

Figura 40

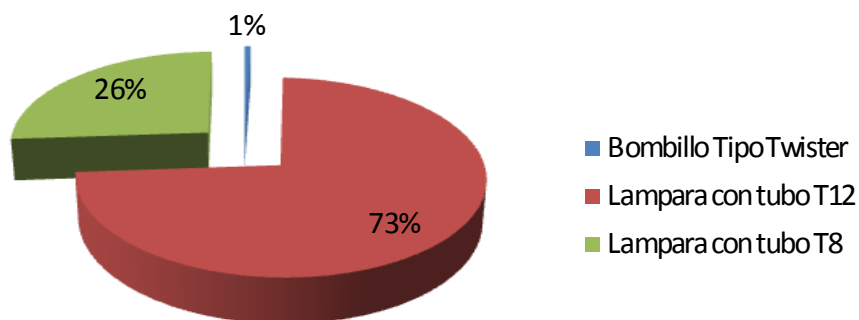


Consumo kVArh

Fuente: Elaboración Propia

Figura 41

% Stock de Lámparas



% Stock de Lámparas

Fuente: Elaboración Propia

Figura 42

Anexo A.	
Niveles de iluminación.	
A continuación aparece una lista de niveles de iluminación recomendados para diversos interiores y tareas, publicada en el informe # 29 de la "International Commission on Illumination" (Comisión Internacional de Iluminación).	
Los valores de la tabla corresponden a los niveles de iluminación medidos en medio del período transcurrido entre la puesta en servicio de la instalación y el primer mantenimiento. Se refieren al promedio interior considerado globalmente y a un plano horizontal de trabajo situado a 75 centímetros por encima del nivel del suelo. Cuando la zona de trabajo está en diferente posición, el nivel de iluminación recomendado debe considerarse en dicha posición. El valor medio en todos los puestos de trabajo no debe ser inferior al 0.8 del nivel de iluminación recomendado, cualquiera que sea la antigüedad de la instalación. El valor en cualquier puesto de trabajo y en cualquier momento no debe ser menor de 0.6 veces al recomendado.	
Al especificar el nivel de iluminación de cierta área para cierta tarea se deben considerar otros aspectos además del económico, entre otros:	
a) Una iluminación adecuada es muy importante para lograr un ambiente confortable que haga del trabajo una actividad agradable, lo que conlleva una mejor calidad y una productividad alta.	
b) En el hogar, una iluminación adecuada aumenta la comodidad y ayuda a mantener un ambiente acogedor.	
Es conveniente que en proyectos grandes se consulten varias fuentes (Phillips, 1983; Ramírez Vásquez, 1979; Westinghouse, 1985).	
	Nivel de iluminación (luxes)
Zonas generales de edificios.	
Zonas de circulación (pasillos)	100
Escaleras fijas y eléctricas	150
Roperos y lavabos	150
Almacenes y archivos	150
Talleres de montaje.	
Trabajos pesados: ensamble de maquinaria pesada	300
Trabajos semi-pesados: ensamble de motores y de carrocerías	500
Trabajos finos: ensamble de maquinaria electrónica y de oficinas	750
Trabajos muy precisos: ensamble de instrumentos	1500
Reproducción e impresión en colores	1500
Grabado en cobre y acero	2000
Encuadernado	500
Recortado y enlomado	750
Industria textil.	
Desmenuzado, cardado, estirado	300
Hilado, ovillado, devanado, peinado y teñido	500
Hilado (fino), torcido y trenzado	750
Cosido e inspección	1000
Carpinterías y fábricas de muebles.	
Aserraderos	200
Trabajos en banco y ensamble	300
Ebanistería y marquetería	500
Acabado e inspección final	750
Oficinas.	
Oficinas normales, mecanografiado y salas de proceso de datos	500
Oficinas generales extensas	750
Salas de dibujo	750
Salas de conferencias	500
Escuelas.	
Salones de clase y auditorios	300
Laboratorios, bibliotecas, salas de lectura y pintura	500
Tiendas, comercios y zonas de exposición.	
Tiendas tradicionales	300
Supermercados	750
Museos y galerías de arte:	
— Objetos sensibles a la luz	150
— Objetos insensibles a la luz	300
Edificios públicos.	
Cines:	
— Sala de proyección	50
— Vestíbulo	150
Teatros y salas de concierto:	
— Salón	100
— Vestíbulo	200
Iglesias:	
— Nave	100
— Coro	150

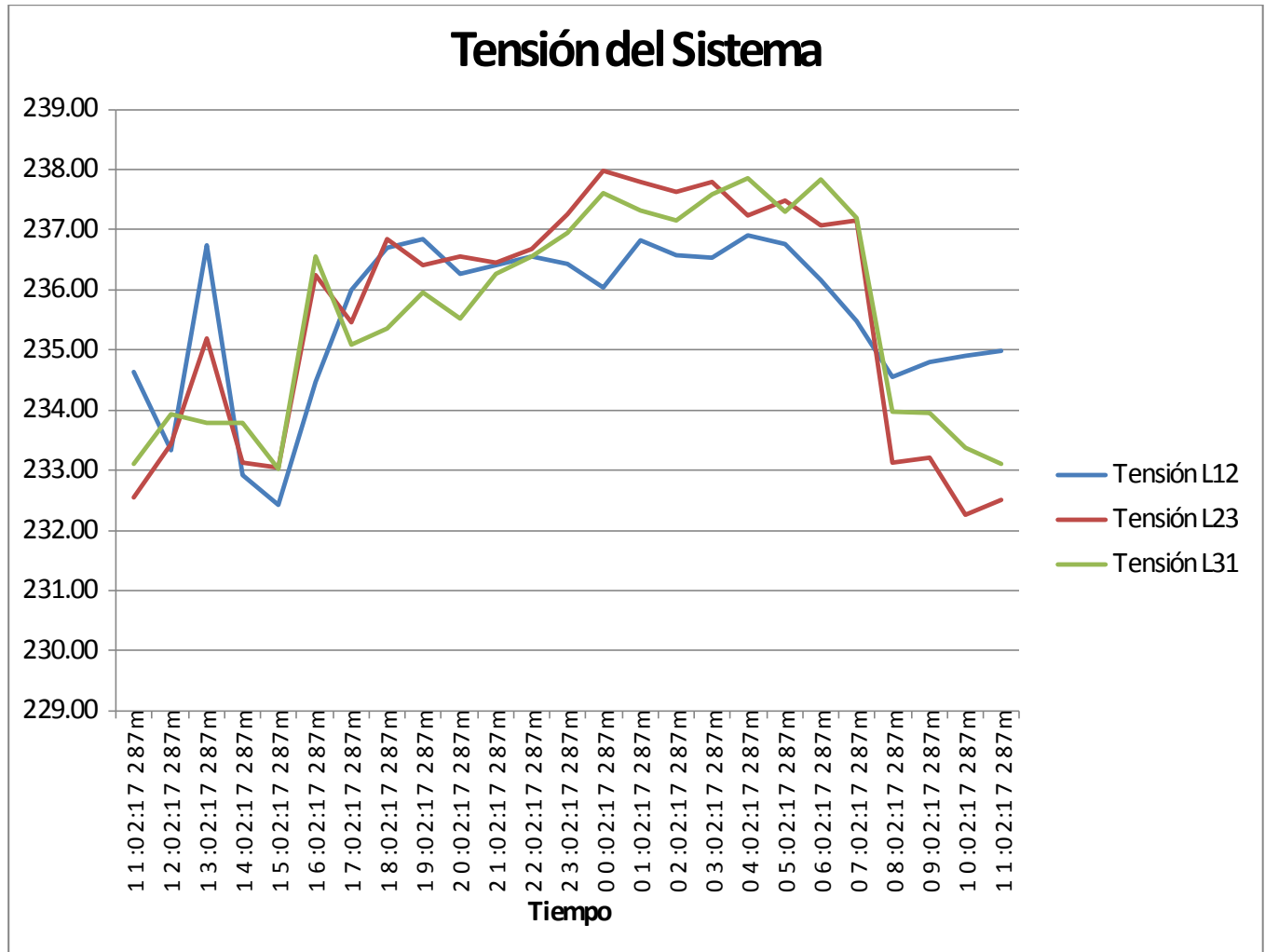
Figura 43

Hogares y hoteles.		
<i>Hogares:</i>		
Dormitorios:		
– General	50	
– En las cabeceras de la cama	200	
Cuartos de aseo:		
– General	100	
– Afeitado y maquillado	500	
Cuartos de estar:		
– General	100	
– Lectura y costura	500	
Escaleras	100	
Cocinas:		
– General	300	
– Zonas de trabajo	500	
Cuartos de trabajo o estudio	300	
Cuartos de niños	150	
<i>Hoteles:</i>		
Vestíbulo de entrada	300	
Comedor	200	
Cocina	500	
Dormitorios, baños:		
– General	100	
– Local	300	
Hospitales.		
Salas y habitaciones:		
– Alumbrado general	100	
– Examen	300	
– Lectura	200	
– Circulación nocturna	5	
Salas de examen:		
– Alumbrado general	500	
– Inspección localizada	1000	
Terapia intensiva:		
– Cabeceras de camas	50	
– Observación	750	
Salas de enfermeras	300	
Quirófanos:		
– General	750	
– Local	30000	
Laboratorios y farmacias:		
– General	500	
– Local	750	
Salas de autopsia:		
– General	750	
– Local	10000	
Salas de consulta:		
– General	500	
– Local	750	
Plantas de proceso.		
Zonas generales del interior de la planta	300	
Procesos automatizados	150	
Zonas de control y laboratorios	500	
Manufacturas farmacéuticas	500	
Inspección	750	
Comprobación de colores	1000	
Manufactura de neumáticos	500	
Talleres de confección.		
Costura	750	
Inspección	1000	
Planchado	500	
Industrias eléctricas.		
Fabricación de cables	300	
Ensamble de aparatos telefónicos	500	
Embobinados	750	
Montaje de receptores de radio y TV	1000	
Ensamble de componentes electrónicos y trabajos de precisión	1500	
Industria alimentaria.		
Zonas generales de trabajo	300	
Procesos automáticos	200	
Aderezo manual, inspección	500	
Fundiciones.		
Naves de fundición	200	
Moldeados pesados	300	
Moldeados finos, fabricación de núcleos e inspección	500	
Vidrio y Cerámica.		
Zonas de hornos	150	
Zonas de mezclado, formado, moldeado y recocido	300	
Acabados, esmaltados y lustrados	500	
Coloreado y decorado	750	
Esmerilado de lentes y vajillas	1,000	
Trabajos de precisión	1500	

Figura 44

Hierro y acero.	
Plantas de producción que no precisan intervención manual	100
Plantas de producción que precisan intervención manual esporádica	150
Puestos de trabajo permanentemente ocupados	300
Plataformas de control e inspección	500
Industria del cuero.	
Zonas generales de trabajo	300
Prensado, cortado, cosido y fabricación de zapatos	750
Clasificado, comprobación y control de calidad	1000
Máquinas y talleres de ajuste.	
Trabajos ocasionales	200
Trabajos pesados de máquina o banco y soldadura	300
Trabajos semi— pesados de máquina o banco y máquinas herramientas	500
Trabajos finos de máquina o banco, máquinas herramientas precisas, inspección y prueba	750
Trabajo de alta precisión, calibrado e inspección de pequeñas piezas complicadas	1500
Talleres de pintura y cabinas de aspersión.	
Lavado y aspersión burda	300
Pintado, aspersión y revestido ordinarios	500
Pintado, aspersión y revestido fino	750
Retocado e igualación de colores	1000
Fábricas de papel.	
Fabricación de papel y cartón	300
Procesos automáticos	200
Inspección, clasificación	500
Imprentas y encuadernación.	
Máquinas de impresión	500
Composición y corrección de pruebas	750
Pruebas de precisión, retocado y mordentado	1000

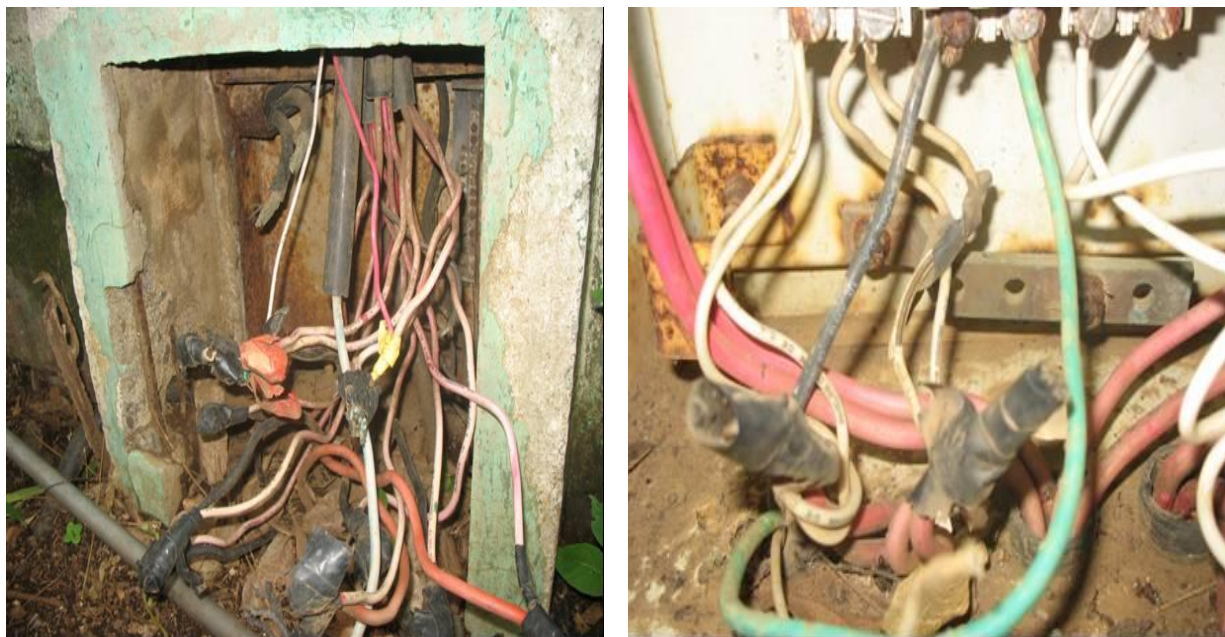
Figura 45



Voltaje suministrado a la carga en un día típico, en intervalos de 15 minutos.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 46



Conexiones y condiciones inadecuadas de conductores eléctricos.

Figura 47



Recalentamiento de conductores eléctricos en tableros de distribución.

Figura 48



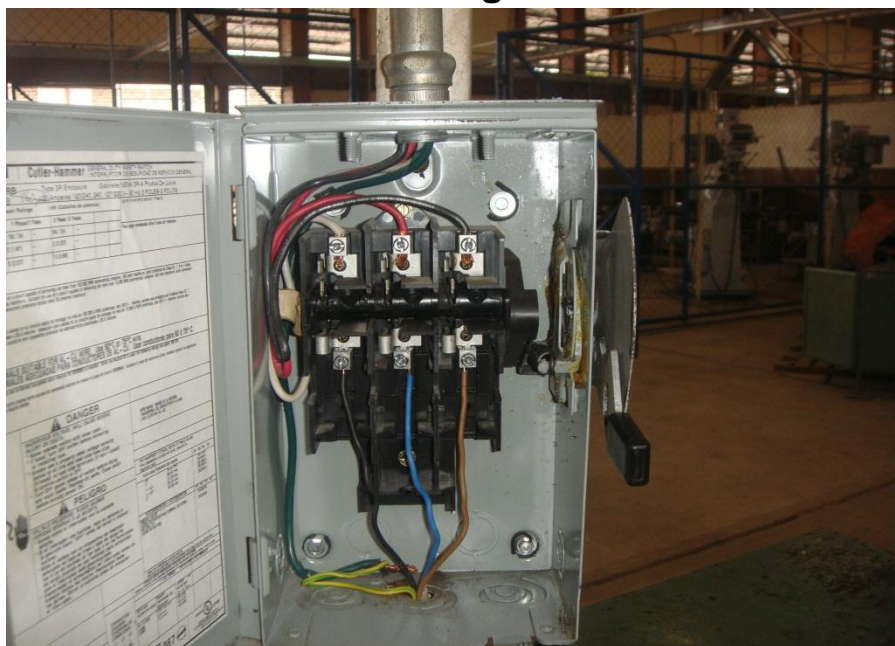
Aislamiento deteriorado de equipos de refrigeración.

Figura 49



Sub-utilización de equipos de refrigeración

Figura 50



Uso incorrecto de código de colores

Figura 51



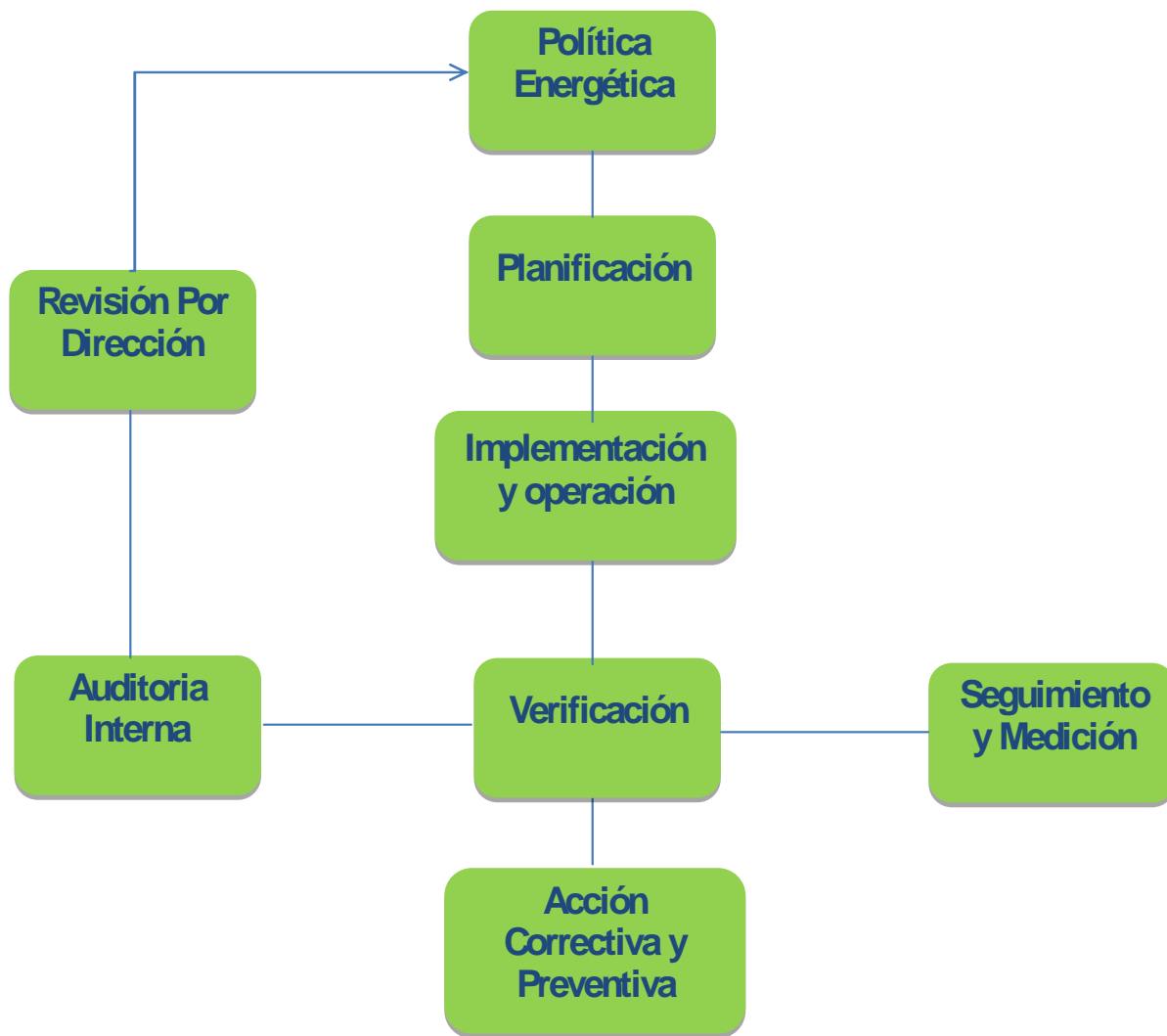
Seccionador sin aterrizamiento

Figura 52



Empalme incorrecto dentro de seccionador.

Figura 53



Modelo de sistema de gestión energética